



**RICARDO ANDRÉ
TAVARES COSTA**

EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DE EMBARCAÇÕES EM ÁGUAS TERRITORIAIS PORTUGUESAS





Universidade de Aveiro Departamento de Ambiente e Ordenamento
2009

**RICARDO ANDRÉ
TAVARES DA COSTA**

**EMISSIONES ATMOSFÉRICAS DE EMBARCAÇÕES EM
ÁGUAS TERRITORIAIS PORTUGUESAS**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizada sob a orientação científica da Doutora Ana Isabel Couto Neto da Silva Miranda, Professora Associada do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho à minha família, pois sem vocês esta meta não seria atingível. Particularmente, dedico aos meus avós, com quem sempre pude contar, incondicionalmente e muitas vezes mais. Aos meus pais pela paciência e sabedoria, por acreditarem nas escolhas que fiz e investirem nelas. Ao meu irmão pela insistência nas minhas capacidades, pelo exemplo de vida e admiração que lhe tenho. À Marta e ao meu sobrinho Vicente. Vocês são os meus heróis e podem crer que este parágrafo não chega para descrever tudo que eu sinto.

Elevar o valor da existência da personalidade humana é a meta final de toda a ciência. Quem não se dedica a esta última intenção, só trabalhando porque viu seu mestre fazê-lo, só “pesquisa” por havê-lo casualmente aprendido. Não poderá ser chamado de pensador “livre”.

[STEINER, 1892]

o júri

presidente

Professor Doutor Carlos Alberto Diogo Soares Borrego

professor catedrático do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

vogais

Professor Doutor Nelson Augusto Cruz de Azevedo Barros

professor associado da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Fernando Pessoa

Professora Doutora Ana Isabel Couto Neto da Silva Miranda

professora associada do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Agradeço à Professora Doutora Isabel Miranda, do *Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro*, por ter aceite coordenar o tema proposto, demonstrando experiência e paciência nas alturas certas e acima de tudo pela amizade e partilha durante este longo ano.

Agradeço ao grupo de Engenheiros da *INVENTAR*, por me terem recebido, particularmente ao Engenheiro Victor Góis por despendar parte do seu tempo, partilhando conhecimento valioso.

Agradeço ao grupo de Engenheiros do *Departamento de Alterações Climáticas Ar e Ruído da Agência Portuguesa do Ambiente*, por me terem recebido, particularmente ao Engenheiro Pedro Torres por despendar parte do seu tempo, partilhando conhecimento, informação valiosa e elaborando sugestões.

Agradeço à Marinha Portuguesa, pela disponibilidade e eficiência na transmissão de dados, particularmente ao CALM Monteiro Montenegro, CALM Augusto Ezequiel, CMG César Madeira, ao CMG Silva Paulo e ao CTEN Pereira Cavaco pelo interesse demonstrado e prontidão na ajuda.

Agradeço a disponibilização de dados por parte do IPTM, por me ter recebido e autorizado a usufruir da sua biblioteca, particularmente ao Engenheiro José Maciel, ao Engenheiro António Coelho, à Manuela Gomes e à Margarida Alves.

Agradeço a disponibilização de dados por parte da DGEG, APRAM e APSM, respectivamente e em particular à Maria Basílio, Patrícia Bairrada e ao Luís Luz.

Agradeço ao *Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro* que me acolheu, se interessou e me apoiou quando precisei, particularmente à Professora Doutora Filomena Martins por me alertar para o seminário da FLAD, ao Professor Doutor Arlindo Matos por partilhar informação relativa ao ArcGIS, ao Carlos Nascimento e à Estela Pinto.

Agradeço à Cecília Reis, à Sandra Dias e à Ana Justino dos serviços de documentação da exemplar fonte de conhecimento que é a biblioteca da *Universidade de Aveiro*.

Agradeço a toda a *Universidade de Aveiro*, pela evolução pessoal proporcionada, momentos passados e contactos adquiridos.

Por fim, não menosprezando, agradeço ao Chico, particularmente pelo prefácio, ao Johnny, ao Gustas e aos meus amigos da casa da Ti Alice pelo apoio, discussão do trabalho, correcções propostas, convívio e filosofias de meia-noite. São sempre bons momentos!

palavras-chave

emissões atmosféricas, tráfego hidroviário, águas territoriais, inventário, poluição atmosférica.

resumo

Foram estimadas emissões para diferentes poluentes atmosféricos, associadas à actividade das embarcações em Águas Territoriais Portuguesas e em cada uma das suas subáreas, para os anos de 2006 e 2007. A actividade hidroviária, compreende duas componentes: o tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal e o tráfego hidroviário que cruza as Águas Territoriais Portuguesas sem paragem. As emissões atmosféricas do tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal, foram obtidas através da aplicação dos níveis metodológicos Tier 1 e Tier 3 e as emissões atmosféricas do tráfego hidroviário que cruza as Águas Territoriais Portuguesas sem paragem, foram obtidas através da aplicação do nível metodológico Tier 2. Adicionalmente, estimaram-se as emissões atmosféricas para embarcações individuais.

De um modo geral, verificou-se um aumento das emissões de poluentes atmosféricos, associadas às embarcações em actividade hidroviária nas Águas Territoriais Portuguesas, de 2006 para 2007. Os resultados apontam também para uma maior quantidade de poluentes emitida para a atmosfera na subárea de Portugal Continental, seguida dos Açores e por fim da Madeira, em 2006 e em 2007.

Seleccionaram-se para comparação com outras estimativas, os gases com efeito estufa (dióxido de carbono e metano) emitidos pela actividade hidroviária em Águas Territoriais Portuguesas, por apresentarem uma ordem de magnitude relativamente elevada. A quantidade de gases com efeito estufa emitida, corresponde a cerca de 2,5% das emissões atmosféricas de gases com efeito estufa relativas ao tráfego marítimo global, a cerca de 3% das emissões atmosféricas de gases com efeito estufa relativas ao tráfego marítimo internacional, corresponde a cerca de 32% dos totais de gases com efeito estufa emitidos a nível de Portugal, são cerca de 1,4 vezes mais elevadas do que a totalidade de gases com efeito estufa do transporte rodoviário em Portugal e são cerca de 14 vezes mais elevadas do que as emissões atmosféricas de gases com efeito estufa relativas ao tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal, em 2006 e em 2007.

Ainda relativamente aos resultados obtidos, seleccionou-se a matéria particulada, emitida pela actividade hidroviária em Águas Territoriais Portuguesas, para distribuição espacial, essencialmente pelas dificuldades de cumprimento que Portugal tem apresentado, em termos de totais nacionais, do valor limite de emissão.

keywords

atmospheric emissions, waterborne traffic, territorial waters, inventory, atmospheric pollution.

abstract

Different atmospheric pollutants emissions, from waterborne vessels activity in Portuguese Territorial Waters and each of its subareas, were estimated for the years of 2006 and 2007.

Waterborne vessels activity comprehends two components. The atmospheric emissions from waterborne traffic that call Portuguese ports were obtained through the application of Tier 1 and Tier 3 methodological levels and the atmospheric emissions from waterborne traffic that cross Portuguese Territorial Waters without calling any Portuguese ports were obtained through the application of Tier 2. Additionally, atmospheric emissions were estimated for individual vessels.

Generally, one can verify the enhancement of atmospheric pollutants emissions, related to the waterborne vessels activity in Portuguese Territorial Waters, from 2006 to 2007. The results also stress that a larger quantity was emitted to the atmosphere in the Continental subarea of the Portuguese Territorial Waters, followed by the subarea of Azores and the subarea of Madeira, for 2006 and 2007.

In order to compare the results obtained with other estimations, the greenhouse gases (carbon dioxide and methane), emitted by waterborne vessels activity in Portuguese Territorial Waters, were selected, because of the relatively high order of magnitude. The quantity of greenhouse gases emitted to the atmosphere, correspond to about 2.5% of the atmospheric emissions of greenhouse gases from global maritime traffic, about 3% of the atmospheric emissions of greenhouse gases from international maritime traffic, approximately 32% of the total greenhouse gases emitted in Portugal, correspond to approximately 1.4 times higher emissions than the total of greenhouse gases emitted by road transportation in Portugal and correspond to approximately 14 times higher emissions than the total of greenhouse gases emitted by waterborne traffic that call Portuguese ports, in 2006 or 2007.

Particulate Matter, emitted by the waterborne vessels activity in Portuguese Territorial Waters, was selected for spatial distribution, essentially because of the compliance difficulties that Portugal is having, in terms of national totals, with the emission limit value.

ÍNDICE

LISTA DE ACRÓNIMOS	Página	I
LISTA DE SÍMBOLOS	Página	V
PREFÁCIO	Página	IX
 CAPÍTULO 1. Introdução	 Página	 1
1.1. A Poluição Atmosférica e as Embarcações	Página	2
1.2. Objectivos	Página	7
CAPÍTULO 2. Enquadramento Legal	Página	9
2.1. Direito Internacional	Página	9
2.2. Direito Comunitário	Página	14
2.3. Direito Nacional	Página	15
CAPÍTULO 3. A Actividade Hidroviária	Página	17
3.1. Especificações das Embarcações	Página	18
3.2. Caracterização dos Motores	Página	20
3.3. Caracterização das Bancas Marítimas	Página	21
3.4. O Tráfego Marítimo Internacional	Página	22
3.5. O Tráfego Marítimo Nacional	Página	22
CAPÍTULO 4. Emissões Atmosféricas De Embarcações	Página	33
4.1. Métodos para a Estimativa das Emissões Atmosféricas de Embarcações	Página	34
4.2. Distribuição Espacial das Emissões	Página	37
CAPÍTULO 5. Estimativa das Emissões Atmosféricas de Embarcações	Página	39
5.1. Nível Metodológico Tier 1	Página	39
5.2. Nível Metodológico Tier 2	Página	42
5.3. Nível Metodológico Tier 3	Página	43
5.4. Emissões Atmosféricas de Embarcações Individuais	Página	49
5.5. Discussão	Página	51
CAPÍTULO 6. Conclusões	Página	61
 REFERÊNCIAS	 Página	 XI
LEGISLAÇÃO	Página	XV
SÍTIOS NA INTERNET	Página	XVII
GLOSSÁRIO	Página	XIX
ANEXO 1	Página	XXV
ANEXO 2	Página	XXIX
ANEXO 3	Página	LXV
ANEXO 4	Página	LXXI
ANEXO 5	Página	LXXIII
ANEXO 6	Página	LXXVII

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1	Diagrama representativo do percurso da poluição atmosférica desde a fonte até ao receptor e respectivos intervenientes. A caixa azul destaca as duas fases sobre as quais o trabalho incide.	Página	2
Fig. 1.2	Excedência de cargas críticas na Europa para o ano de 2007, expressa em equivalentes hm^2/ano , acidificação.	Página	5
Fig. 1.3	Excedência de cargas críticas na Europa para o ano de 2007, expressa em equivalentes hm^2/ano , eutrofização.	Página	5
Fig. 1.4	Imagem de satélite do número alto e invulgar de rastos não permanentes associados aos penachos de navios em actividade no Atlântico Este, observado em nuvens baixas junto à costa de França e de Espanha. Imagem do instrumento MODIS instalado no satélite Terra da NASA, em cores verdadeiras, obtida no dia 23 de Janeiro de 2003.	Página	6
Fig. 2.1	Diagrama cronológico referente à OMI e às diferentes actividades relacionadas com o direito internacional em matéria de prevenção da poluição por navios.	Página	11
Fig. 2.2	Mapa da ACEE em vigor na Europa, elaborado com base na Convenção (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984).	Página	13
Fig. 2.3	Mapa relativo às Águas Territoriais Portuguesas, constituídas pela Subárea 1 do Continente, Subárea 2 da Madeira e Subárea 3 dos Açores, elaborado com base no DL n.º 229/78 (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984).	Página	16
Fig. 3.1	Exemplificação gráfica, não rigorosa, de alguns tipos de actividade hidroviária. (1) TMCD; (2) Actividade Marítima Nacional; (3) TMLC, Actividade Marítima Internacional; (4) Actividade Marítima Internacional; (5) Actividade Nacional em Vias Navegáveis Interiores; (6) Actividade Internacional em Vias Navegáveis Interiores; (7) Pesca de Alto Mar (8) Cabotagem Internacional; (9) Actividade Local; (10) Cabotagem Nacional; (11) Actividade e Pesca Costeira; (12) Actividade Marítima que cruza as águas territoriais portuguesas.	Página	17
Fig. 3.2	Localização geográfica dos principais portos de Portugal (elaborado em Google Earth).	Página	18
Fig. 3.3	Número de acidentes por região do mundo, em 2004.	Página	22
Fig. 3.4	Número de chamadas em portos de cada região do mundo, em 2004.	Página	23
Fig. 3.5	Distribuição espacial em grelha ($0,1^\circ$ de latitude por $0,1^\circ$ de longitude) do tráfego marítimo internacional anual segundo o “ <i>proxy</i> ” ICOADS (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984).	Página	24
Fig. 3.6	Distribuição espacial em grelha ($0,1^\circ$ de latitude por $0,1^\circ$ de longitude) do tráfego marítimo internacional anual segundo o “ <i>proxy</i> ” AMVER (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984).	Página	25
Fig. 3.7	Sobreposição dos “ <i>proxy</i> ” ICOADS e AMVER, representativa do tráfego Marítimo Internacional anual (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984).	Página	26
Fig. 3.8	Distribuição espacial em grelha ($0,1^\circ$ de latitude por $0,1^\circ$ de longitude) do tráfego marítimo internacional anual, derivado da média dos “ <i>proxy</i> ” ICOADS e AMVER (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984).	Página	27
Fig. 3.9	Ampliação ao Continente Europeu da distribuição espacial das embarcações identificadas por dois AIS no dia 14/11/09 [URL 48; URL 49]. Cada ponto colorido corresponde a uma embarcação, havendo em certos casos sobreposição. (Elaborado em Google Earth).	Página	28
Fig. 3.10	Representação da localização geográfica da infra-estrutura do projecto VTS em Portugal Continental, seus limites de alcance e plano de gestão do tráfego marítimo.	Página	30
Fig. 3.11	Representação da localização geográfica da infra-estrutura do MACAIS no Arquipélago dos Açores e seus limites de alcance.	Página	31

Fig. 4.1	Diagrama representativo do processo associado à emissão de poluentes atmosféricos de embarcações.	Página	34
Fig. 5.1	Diagrama representativo do processo de estimativa das emissões de poluentes atmosféricos, segundo o nível metodológico Tier 1.	Página	40
Fig. 5.2	Diagrama representativo do processo de estimativa das emissões de poluentes atmosféricos, segundo o nível metodológico Tier 2.	Página	42
Fig. 5.3	Distribuição da frota portuguesa por categoria de embarcação.	Página	44
Fig. 5.4	Diagrama representativo do processo de estimativa das emissões de poluentes atmosféricos, segundo o nível metodológico Tier 3.	Página	47
Fig. 5.5	Diagrama representativo do processo de estimativa das emissões de poluentes atmosféricos do <i>NTM/UAM Creoula</i> .	Página	49
Fig. 5.6	Comparação gráfica entre estimativas obtidas pelos diferentes níveis metodológicos, para as emissões atmosféricas de NO_x , por subárea das Águas Territoriais Portuguesas e por ano, pelo tráfego hidroviário (representação em escala logarítmica).	Página	51
Fig. 5.7	Comparação gráfica entre estimativas obtidas pelos diferentes níveis metodológicos, para as emissões atmosféricas de <i>COVNM</i> , por subárea das Águas Territoriais Portuguesas e por ano, pelo tráfego hidroviário (representação em escala logarítmica).	Página	52
Fig. 5.8	Comparação gráfica entre estimativas da emissão atmosférica de GEE obtidas para a actividade hidroviária em Águas Territoriais Portuguesas (1) e as emissões atmosféricas de GEE para o tráfego marítimo global (2), tráfego marítimo internacional (3), totais para Portugal (4), totais para o transporte rodoviário em Portugal (5), tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal, segundo a APA (6) e tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal, segundo este trabalho (7) (representação em escala logarítmica).	Página	54
Fig. 5.9	Distribuição espacial em grelha (0,1° de latitude por 0,1° de longitude) das emissões atmosféricas de <i>PM</i> , relativas à actividade hidroviária em águas territoriais portuguesas, para ano de 2006. Baseada no “ <i>proxy</i> ” proposto por WANG <i>et al.</i> (2008) (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984).	Página	56
Fig. 5.10	Distribuição espacial em grelha (0,1° de latitude por 0,1° de longitude) das emissões atmosféricas de <i>PM</i> , relativas à actividade hidroviária em águas territoriais portuguesas, para ano de 2007. Baseada no “ <i>proxy</i> ” proposto por WANG <i>et al.</i> (2008) (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984).	Página	56
Fig. 5.11	Distribuição espacial em grelha (0,1° de latitude por 0,1° de longitude) das emissões atmosféricas de <i>PM</i> , relativas à actividade hidroviária em águas interiores portuguesas, para ano de 2007. Baseada no “ <i>proxy</i> ” proposto por WANG <i>et al.</i> (2008) (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984).	Página	57
Fig. 5.12	Distribuição espacial em grelha (0,1° de latitude por 0,1° de longitude) das emissões atmosféricas de <i>PM</i> , relativas à actividade hidroviária no Mar Territorial Português, para ano de 2007. Baseada no “ <i>proxy</i> ” proposto por WANG <i>et al.</i> (2008) (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984).	Página	58
Fig. 5.13	Distribuição espacial em grelha (0,1° de latitude por 0,1° de longitude) das emissões atmosféricas de <i>PM</i> , relativas à actividade hidroviária na ZEE portuguesa, para ano de 2007. Baseada no “ <i>proxy</i> ” proposto por WANG <i>et al.</i> (2008) (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984).	Página	58

ÍNDICE DE TABELAS

Tab. 1.1	Consumo de combustível e emissões de poluentes atmosféricos relativas ao tráfego marítimo global, para os anos de 2006 e 2007.	Página	3
Tab. 1.2	Consumo de combustível e emissões de poluentes atmosféricos relativas ao tráfego marítimo internacional, para o ano de 2001, 2006 e 2007.	Página	4
Tab. 2.1	Anexos à Convenção <i>MARPOL 73/78</i> que abordam a prevenção e o controle da poluição por diferentes fontes de contaminação nos navios.	Página	10
Tab. 2.2	Ações, representadas por prioridade sequencial, necessárias à implementação e entrada em vigor da Convenção.	Página	10
Tab. 2.3	Principais requisitos internacionais em vigor, relativamente ao teor de enxofre dos combustíveis (% S).	Página	13
Tab. 2.4	Principais requisitos comunitários em vigor, relativamente ao teor de enxofre dos combustíveis (% S).	Página	15
Tab. 2.5	Principais transposições para direito português, de documentos legais internacionais e comunitários.	Página	15
Tab. 3.1	Abordagem geral à tipologia das embarcações.	Página	19
Tab. 4.1	Adaptação dos factores determinantes de qualidade, rigor e utilidade.	Página	33
Tab. 5.1	Estimativa das emissões, para diferentes poluentes atmosféricos, relativas ao tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal, durante os anos de 2006 e 2007, por subárea.	Página	40
Tab. 5.2	Análise das estimativas obtidas para o total de emissões de diferentes poluentes atmosféricos, relativas ao tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal, durante os anos de 2006 e 2007.	Página	41
Tab. 5.3	Estimativa das emissões, para diferentes poluentes atmosféricos, relativas aos totais nacionais para o tráfego hidroviário que cruza as Águas Territoriais Portuguesas sem paragem, durante os anos de 2006 e 2007, por subárea.	Página	43
Tab. 5.4	Contagens ajustadas das chamadas aos principais portos de cada subárea das águas territoriais portuguesas.	Página	44
Tab. 5.5	Estimativa da potência total instalada por categoria de embarcação.	Página	45
Tab. 5.6	Percentagens de potência instalada por categoria de embarcação.	Página	45
Tab. 5.7	Distância média percorrida entre um porto de Portugal e o limite da ZEE portuguesa, por subárea.	Página	46
Tab. 5.8	Estimativa das emissões, para diferentes poluentes atmosféricos, relativas aos totais nacionais para o tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal, durante os anos de 2006 e 2007, por subárea.	Página	48
Tab. 5.9	Estimativa das emissões, para diferentes poluentes atmosféricos, relativas ao caso de estudo do MP da embarcação <i>UAM/NTM Creoula</i> .	Página	50
Tab. 5.10	Emissões médias, para diferentes poluentes atmosféricos, relativas ao caso de estudo do MP da embarcação <i>UAM/NTM Creoula</i>	Página	50
Tab. 5.11	Estimativa das emissões, para diferentes poluentes atmosféricos, relativas aos totais nacionais para a actividade hidroviária em Águas Territoriais Portuguesas, durante os anos de 2006 e 2007, por subárea.	Página	53
Tab. 5.12	Emissões médias, para diferentes poluentes atmosféricos, relativas aos totais nacionais para a actividade hidroviária em Águas Territoriais Portuguesas, durante os anos de 2006 e 2007.	Página	53

LISTA DE ACRÓNIMOS

Acrónimo	Descrição
AB	<i>Arqueação Bruta</i>
AC	<i>Alterações Climáticas</i>
ACE	<i>Áreas de Controle das Emissões</i>
ACEE	<i>Áreas de Controle das Emissões de Enxofre</i>
AIS	<i>Sistema de identificação automática, do inglês "Automatic Identification System"</i>
AMVER	<i>Sistema de salvamento de embarcações por assistência mútua automatizada, do inglês "Automated Mutual-assistance Vessel Rescue system"</i>
APRAM	<i>Administração dos Portos da Região Autónoma da Madeira</i>
APSM	<i>Administração dos Portos das Ilhas São Miguel e Santa Maria</i>
ASCII	<i>Código padrão americano para o intercâmbio de informação, do inglês "American Standard Code for Information Interchange"</i>
ATE	<i>Alto Teor de Enxofre</i>
BTE	<i>Baixo Teor de Enxofre</i>
CFC	<i>Cloro Flúor Carbono</i>
CISVHM	<i>Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar</i>
CNUDM	<i>Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar</i>
COADS	<i>Conjunto de dados compreensivos oceano-atmosfera, do inglês "Comprehensive Ocean- Atmosphere Data Set"</i>
DAO	<i>Departamento de Ambiente e Ordenamento</i>
DC	<i>Distrito da Columbia, do inglês "District Columbia"</i>
DGEG	<i>Direcção Geral e Energia e Geologia</i>
DL	<i>Decreto-Lei</i>
DMA	<i>Diesel Marítimo tipo A</i>
DMB	<i>Diesel Marítimo tipo B</i>
DMC	<i>Diesel Marítimo tipo C</i>
EUA	<i>Estados Unidos da América</i>
GCS	<i>Sistema de coordenadas geográficas, do inglês "Geographic Coordinate System"</i>
GNL	<i>Gás Natural Liquefeito</i>
GPL	<i>Gás de Petróleo Liquefeito</i>
ICOADS	<i>Conjunto internacional de dados compreensivos oceano-atmosfera, do inglês "International Comprehensive Ocean- Atmosphere Data Set"</i>
INERPA	<i>Inventário de Emissões por fontes e Remoção por sumidouros de Poluentes Atmosféricos</i>
IPTM	<i>Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos</i>

ISO	<i>Organização internacional para a normalização, do inglês “International Organization for Standardization”</i>
LCC	<i>Petroleiro de grande porte, do inglês “Large Crude Carrier”</i>
Lo-Lo	<i>Do inglês “Lift on-Lift off”</i>
MA	<i>Motor Auxiliar</i>
MACAIS	<i>Sistema automático para a navegação marítima na Macaronésia, do inglês “MACaronesia Automatic Identification System”</i>
MCC	<i>Petroleiro de médio porte, do inglês “Medium Crude Carrier”</i>
MDM	<i>Motor Diesel Marítimo</i>
MDMAV	<i>Motor Diesel Marítimos de Alta Velocidade</i>
MDMBV	<i>Motor Diesel Marítimos de Baixa Velocidade</i>
MDMMV	<i>Motor Diesel Marítimos de Média Velocidade</i>
MGO	<i>Gasóleo naval, do inglês “Marine Gas Oil”</i>
MIU	<i>Unidade de inteligência marinha, do inglês “Marine Intelligence Unit”</i>
MONICAP	<i>MONitorização Contínua da Actividade de Pesca</i>
MP	<i>Motor Principal</i>
NFR	<i>Nomenclatura para comunicação, do inglês “Nomenclature for Reporting”</i>
NTM	<i>Navio Treino Mar</i>
OIMC	<i>Organização Intergovernamental Marítima Consultiva</i>
OMI	<i>Organização Marítima Internacional</i>
PB	<i>Porte Bruto</i>
PCC	<i>Ferry exclusivo para carros, do inglês “Pure Car Carrier”</i>
PCTC	<i>Ferry exclusivo para carros e camiões, do inglês “Pure Car Truck Carrier”</i>
PGM	<i>Combinado universal (Petróleo, Granel sólido, líquido e Minério)</i>
PORTMoS	<i>Plataforma para suporte dos serviços de auto-estradas do mar, do inglês “PORTugal Motorways Of the Sea”</i>
RAR	<i>Resolução da Assembleia da República</i>
RCM	<i>Resolução do Conselho de Ministros</i>
RME	<i>Residual Marítimo tipo E</i>
RMG	<i>Residual Marítimo tipo G</i>
Ro-Ro	<i>Do inglês “Roll On-Roll Off”</i>
SAR	<i>Busca e salvamento, do inglês “Search and Rescue”</i>
SIG	<i>Sistema de Informação Geográfica</i>
SMOG	<i>Fumo e nevoeiro, do inglês “SMoke & fOG”</i>
SNAP	<i>Nomenclatura seleccionada para poluentes do ar, do inglês “Selected Nomenclature for Air Pollutant”</i>
TG	<i>Turbina a Gás</i>
TMCD	<i>Transporte Marítimo de Curta Distância</i>
TMLC	<i>Transporte Marítimo de Longo Curso</i>
TV	<i>Turbina a Vapor</i>

UAM	<i>Unidade Auxiliar Marinha</i>
UE	<i>União Europeia</i>
UK	<i>Reino Unido, do inglês “United Kingdom”</i>
ULCC	<i>Super-Petroleiro, do inglês “Ultra Large Crude Carrier”</i>
VLCC	<i>Petroleiro de muito grande porte, do inglês “Very Large Crude Carrier”</i>
VLE	<i>Valores Limite de Emissão</i>
VMS	<i>Sistema de monitorização de embarcações, vulgo caixa azul, do inglês “Vessel Monitoring System”</i>
VOS	<i>Observação voluntária de navios, do inglês “Voluntary Observing Ships”</i>
VTs	<i>Sistema de controlo de tráfego marítimo costeiro, do inglês “Vessel Traffic System”</i>
WGS	<i>Sistema geodésico mundial, do inglês “World Geodetic System”</i>
ZEE	<i>Zona Económica Exclusiva</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Unidade	Descrição
c	t/ano	Transporte total anual
CC		Consumo de Combustível
CC_{η}	t/ano	consumo de combustível (η)
$CC_{\eta,\beta,\gamma,\delta,\epsilon}$	t/ano	consumo de combustível (η) pelo motor (δ) com idade (ϵ) da embarcação (β) na fase de operação (γ)
$CC_{\eta,\delta}$	t/ano	consumo de combustível (η) pelo motor (δ)
CEC	-	Consumo Específico de Combustível baseado na potência do motor
$CEC_{\eta,\delta,\epsilon}$	g/kWh	Consumo específico de combustível (η) do motor (δ) com idade (ϵ)
CH_4	-	Metano
CO	-	Monóxido de carbono
CO_2	-	Dióxido de carbono
COV	-	Compostos Orgânicos Voláteis
$COVNM$	-	Compostos Orgânicos Voláteis Não Metano
cv	-	Cavalo-Vapor
d	TPB	Porte Bruto
D_{total}	TAB	AB total das embarcações
$D_{\delta,\eta}$	TAB	AB total de embarcações utilizando um determinado tipo de motor (δ) e de combustível (η)
$E_{inc,i}$	kg	Emissões atmosféricas do incinerador (i) a bordo
E_{α}	kg	Emissões atmosféricas totais para as embarcações, de poluente (α)
$E_{\alpha,j}$	kg	Emissão atmosférica do poluente (α) numa célula geográfica (j)
$E_{\alpha,\beta}$	kg	Emissões atmosféricas para o poluente (α), totais e anuais da embarcação (β) durante todas as fases de operação (γ)
$E_{\alpha,\beta,atracagem}$	kg	Emissões atmosféricas para o poluente (α), totais e anuais da embarcação (β) durante a fase de cruzeiro
$E_{\alpha,\beta,cruzeiro}$	kg	Emissões atmosféricas para o poluente (α), totais e anuais da embarcação (β) durante a fase de manobra
$E_{\alpha,\beta,manobra}$	kg	Emissões atmosféricas para o poluente (α), totais e anuais da embarcação (β) durante a fase de atracagem

$E_{\alpha,\beta,\gamma}$	kg	Emissão atmosférica de poluente (α), para a embarcação (β), durante a fase de operação (γ)
$E_{\alpha,\beta,\gamma,\delta,\epsilon,\eta}$	kg	Emissão atmosférica de poluente (α), para a embarcação (β), durante a fase de operação (γ), com motor (δ) de determinada idade (ϵ) e utilizando um determinado tipo de combustível (η)
FE	-	Factor de Emissão
FC	-	Factor de Carga
$FC_{\beta,\gamma}$	%	Factor de carga em fracção TMC, numa determinada fase de operação (γ)
$FE_{\alpha,\beta,\gamma}$	kg/t	Factor de emissão atmosférica de poluente (α), para a embarcação (β), durante a fase de operação (γ)
$FE_{\alpha,\beta,\epsilon,\eta}$	kg/t ou g/kWh	Factor de emissão atmosférica de poluente (α), para a embarcação (β), durante a fase de operação (γ), com motor (δ) de determinada idade (ϵ) e utilizando um determinado tipo de combustível (η)
$FE_{\alpha,\beta,\gamma,\eta}$	g/kWh	Factor de emissão atmosférica de poluente (α), para a embarcação (β), durante a fase de operação (γ) e utilizando um determinado tipo de combustível (η)
FT	-	Factor Tecnológico
g	-	grama
GEE	-	Gás com Efeito Estufa
h	-	horas
HC	-	Hidrocarbonetos
hm	-	Hectómetros
i	-	Número do incinerador
j	-	Célula geográfica
kg	-	Quilograma
km	-	Quilómetro
kVA	-	Quilovolt-Ampere
kW	-	Quilowatt
I	-	Factor de águas de lastro
mn	-	Milha náutica
Mt	-	Megatonelada métrica
MW	-	Megawatt
N	-	Número total de embarcações
N_j	-	Número total de embarcações na célula (j)
NO_x	-	Óxidos de azoto
$n_{\delta,\eta}$	-	Fracção de embarcações utilizando um determinado tipo de motor (δ) e de combustível (η)

O_3	-	Ozono
PM	-	Matéria particulada, do inglês " <i>Particulate Matter</i> "
PM_{10}	-	Matéria particulada com diâmetro aerodinâmico inferior a 10 μm , fracção torácica
$PM_{2,5}$	-	Matéria particulada com diâmetro aerodinâmico inferior a 2,5 μm , fracção torácica
$P_{\delta,\epsilon}$	kW	Potência final do motor (δ) com determinada idade (ϵ)
rpm	-	Rotações por minuto
% S	-	Percentagem de enxofre
% TMC	-	Taxa Máxima Contínua
SO_2	-	Dióxido de enxofre
SO_x	-	Óxidos de enxofre
t	-	Toneladas métricas
TAB		Toneladas de Arqueação Bruta
Tg	-	Teragrama
TPB	-	Toneladas de Porte Bruto
TSP	-	Partículas suspensas totais, do inglês " <i>Total Suspended Particles</i> "
u	-	Utilização média de d das embarcações na frota
V	-	Volts
v	nó	Velocidade média das embarcações na frota
α	-	Poluente
β	-	Tipo de embarcação
γ	-	Fase de operação
δ	-	Tipo de motor
ϵ	-	Idade do motor
η	-	Tipo de combustível
ρ	kg/m^3	Massa volúmica
σ	-	Desvio padrão
τ_β	dia	Número médio de dias em navegação para a embarcação (β)
$\tau_{\beta,\gamma}$	h/ano	Tempo de operação da embarcação (β) durante determinada fase de operação (γ)
€		Euros

PREFÁCIO

Como cientista social, caiu-me no colo uma tarefa complicada quando me foi proposto prefaciar esta tese. A crescente especialização de todas as áreas do saber e o autismo comunicativo existente entre elas dentro da própria academia têm tornado progressivamente mais difícil o diálogo inter-disciplinar. Talvez por isso seja cada vez mais necessário procurar activamente esse diálogo, sob pena de deixarmos de conseguir interagir com as pessoas que trabalham no edifício ao lado do nosso.

Se este estilhaçamento do conhecimento se faz sentir, tão agudamente, dentro da própria academia, o que dizer do seu efeito na sociedade civil, que, afinal de contas, é (ou deveria ser) o fim último do seu incansável labutar?

Esta pergunta pretende, na verdade, abrir espaço para uma outra: qual é o fim do incansável labutar do Ricardo? E falo do homem, e não apenas da sua tese, porque a verdade é que a tese é primeiro o homem e só depois as palavras que a compõem, mesmo na ciência mais abstracta, ou mesmo quando falamos de emissões atmosféricas de embarcações. Sobre o Ricardo, esta afirmação é ainda mais verdadeira, uma vez que um dos traços mais marcantes do seu labutar – que nos contagia de forma igual através do seu texto, como através da sua pessoa – é que o seu fim é precisamente a sociedade civil, ou, porque não, a Humanidade. As preocupações do Ricardo são primeiro preocupações da sua pessoa, e só depois do cientista, e é precisamente por isso que ele é um bom cientista, e, sobretudo, um cientista que interessa à sociedade civil.

A ciência é politicamente mobilizada e o Ricardo não pretende fugir disso. Pelo contrário, assume uma entrega assumida a causas, que perpassará, de forma subtil, mas permanente, dos muitos parágrafos que se sucedem a este prefácio. É útil reivindicar à academia a entrega e paixão para ajudarem a sociedade a combater as complexas e profundas ameaças que pairam sobre o planeta. Mas o Ricardo está um passo à frente disto: mergulhou já nessa viagem, tão mais útil ainda, tão mais urgente.

Francisco Leitão

Antropólogo

Capítulo 1.Introdução

No passado, as práticas como a pesca, o comércio e o transporte, não possuíam uma dimensão tal, cujos impactos fossem considerados significativos, ignorando-se riscos para a saúde humana e para o ambiente. As Alterações Climáticas (AC) antropogénicas, em grande parte associadas à emissão de Gases com Efeito Estufa (GEE) provenientes da queima de combustíveis fósseis, são o exemplo mais mediático da insustentabilidade actual dessas mesmas práticas, existindo outros como a degradação da qualidade do ar, a acidificação e a eutrofização, merecendo tanta ou mais atenção. À medida que a produção e o consumo globais aumentaram, também a pesca, o comércio e o transporte, e seus respectivos impactos acompanharam a tendência, traduzida, no decorrer de 2008, por um crescimento de 1,7% da economia e 2% em volume de comércio livre global relativamente ao ano anterior, 90% do qual foi servido pelo sector marítimo [UNCTD, 2008; WTO, 2009] [URL 1; URL 2; URL 3].

Tendo em conta que nos países “desenvolvidos”, a população passa em média 90% do seu tempo em ambiente interior e as suas necessidades básicas são, na grande maioria, facilmente atendidas sem que reconheçam o ciclo de vida dos produtos consumidos, onde muitas vezes intervém o sector marítimo, poderá existir a propensão para não compreender a realidade dos seus impactos ambientais. Por exemplo, em Portugal, Carvalho (2005) defende que as condições de qualidade do ar têm vindo a empobrecer. De facto, como produto da actividade humana, onde se inclui o tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal, estima-se que em 2006 e 2007, foram emitidas para a atmosfera 245 e 233 mil *t* de óxidos de azoto (NO_x), com especial relevância no litoral, 285 e 283 mil *t* de *Compostos Orgânicos Voláteis Não Metano (COVNM)*, 175 e 170 mil *t* de óxidos de enxofre (SO_x), 330 e 340 mil *t* de matéria particulada (*PM*) e 618 e 601 mil *t* e monóxido de carbono (*CO*), respectivamente [APA, 2009a] [URL 4]. Em termos de GEE foram emitidos aproximadamente 80 e 83 milhões de *t* dióxido de carbono (CO_2) equivalente, respectivamente para os anos de 2006 e 2007 [APA, 2009b] [URL 4], constituindo Portugal o 13º país com emissões atmosféricas de GEE mais elevadas na União Europeia dos 27 países [UNFCC, 2009] [URL 5; URL 6], o que possivelmente trará dentro de um período de 50 anos, inúmeros impactos para a sociedade portuguesa [SANTOS *et al.*, 2002] [URL 7].

1.1. A Poluição Atmosférica e as Embarcações

A Terra possui cerca de 510 milhões de km^2 de área total de superfície, da qual, aproximadamente, 30% é superfície terrestre e 70% é superfície oceânica [URL 8]. Cerca de 102 milhões de km^2 constituem o espaço marítimo reivindicado, nomeadamente Zonas Económicas Exclusivas (ZEE) (Anexo 1, Figura A.1.1) [URL 2]. Portugal apropria a 11ª maior ZEE do mundo, com mais de 1,6 milhões de km^2 (Anexo 1, Figura A.1.2 e Tabela A.1.1), perspectivando-se o seu aumento no futuro [URL 2; URL 9]. Desde 1990 que a população mundial (6,789 mil milhões de habitantes em Outubro de 2009) tem aumentado e em 2015 prevê-se que ultrapasse os 7 mil milhões de habitantes, com cerca de 54 *peças/km²* em média global [URL 2; URL 10], dos quais se estima que 88% se situe no Hemisfério Norte, coincidindo com a localização de grande parte da actividade hidroviária [URL 11]. Actualmente, mais de metade da população humana vive em pequenas cidades e vilas ocupando 3% da área de superfície terrestre total e a sua vulnerabilidade aos efeitos da poluição atmosférica é preocupante [URL 2; URL 11; URL 12]. Para melhor se entender esta questão, é ilustrado na Figura 1.1 o complexo percurso da poluição atmosférica desde a emissão até ao efeito, passando por diferentes fases indissociáveis.

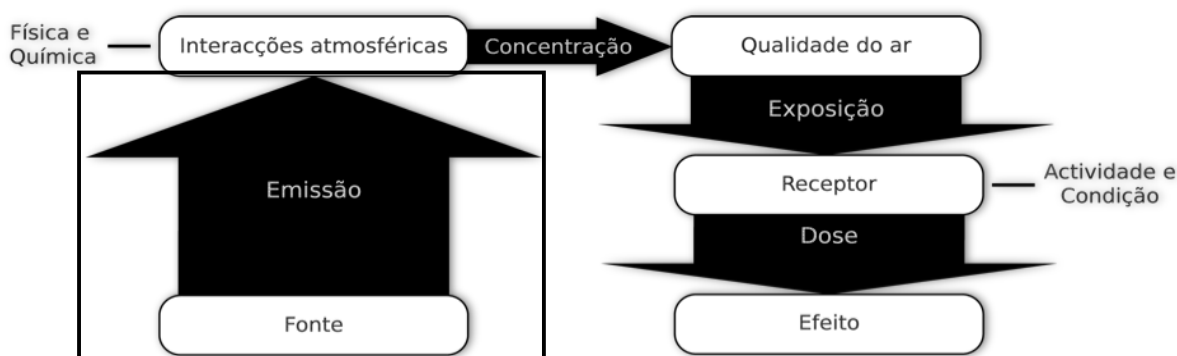


Fig. 1.1 Diagrama representativo do percurso da poluição atmosférica desde a fonte até ao receptor e respectivos intervenientes. A caixa preta destaca as duas fases sobre as quais o trabalho incide [Borrego, 1995; BORREGO *et al.*, 2008].

Como ilustrado, a vulnerabilidade é uma função da actividade e condição do receptor, determinando, em conjunto com a exposição, a dose que ultimamente poderá causar ou exacerbar um efeito. Este trabalho incide sobre a primeira fase de emissão atmosférica de poluentes. Especificamente, nos casos onde a densidade de tráfego hidroviário é convergente com a densidade de receptores, a actividade em questão torna-se muitas vezes a fonte dominante de impactes (Anexo 1, Tabela A.1.2), especialmente no que se refere à saúde humana (Anexo 1, Figura A.1.3) se se tratarem de grupos vulneráveis [CORBETT *et al.*, 2007]. De facto, estimativas indicam

que 70% das emissões atmosféricas de poluentes, provenientes das embarcações, ocorrem dentro dos 400 km da costa [COFALA *et al.*, 2007; CORBETT *et al.*, 2007] [URL 13; URL 14].

Os impactes negativos da actividade hidroviária, tanto podem ser directos, causando ou contribuindo para a exacerbação de doenças aumentando a morbilidade e a mortalidade, ou indirectos lembrando que a degradação da qualidade do ar ameaça aspectos relativos aos recursos naturais. cerca de 50% dos postos de trabalho mundiais dependem das pescas, florestas ou agricultura e 26% das riquezas em países de baixo rendimento provêm do seu capital natural, onde a biodiversidade providencia a base para ecossistemas, seus produtos e serviços [MEA, 2005] [URL 15]. Tudo isto está sujeito a diferentes pressões, que invariavelmente se interligam e se relacionam. Veja-se por exemplo o impacte da actividade hidroviária sobre ecossistemas marinhos [HALPERN *et al.*, 2008] e o caso das águas de lastro, o principal problema assumido internacionalmente pela *Organização Marítima Internacional* (OMI) [URL 16]. No caso das emissões atmosféricas de embarcações (fontes móveis em linha e no caso de plataformas, fontes estacionárias e pontuais), estas contribuem emitindo para a atmosfera poluentes primários como o CO_2 , os NO_x , o CO , os SO_x , a PM e os compostos orgânicos voláteis (COV), subdividindo-se em metano (CH_4) e $COVNM$ [URL 16]. Segundo a OMI, este conjunto de emissões atmosféricas constitui o segundo maior impacte do sector, maioritariamente associado a processos de queima de combustíveis fósseis, utilizados como fonte de potência para a propulsão e geração de energia eléctrica a bordo [URL 16], logo a seguir às águas de lastro. Apresenta-se seguidamente, na Tabela 1.1 o resumo das estimativas do Consumo de Combustível (CC) e emissão de poluentes atmosféricos para o tráfego marítimo global, componente mais significativa da actividade hidroviária.

Tab. 1.1 Consumo de combustível e emissões de poluentes atmosféricos relativas ao tráfego marítimo global, para os anos de 2006 e 2007 [BUHAUG *et al.*, 2008; BUHAUG *et al.*, 2009a; BUHAUG *et al.*, 2009b; BUHAUG *et al.*, 2009c; BUHAUG *et al.*, 2009d] [URL 16].

		2006	2007	Unidades
CC		321±20%	333±20%	Mt
Emissões atmosféricas	CO_2	1008,0	1046,0	Tg
	NO_x	24,0	25,0	
	CO	2,4	2,5	
	SO_x	14,0	15,0	
	PM	1,7	1,8	
	COV	≈0,9	≈0,9	

As estimativas mais actuais (2006/07), obtidas por consenso entre especialistas, provêm de estudos encomendados pela OMI [BUHAUG *et al.*, 2008; BUHAUG *et al.*, 2009a; BUHAUG *et al.*, 2009b; BUHAUG *et al.*, 2009c; BUHAUG *et al.*, 2009d] [URL 16],

onde adicionalmente se aponta para uma subdivisão do consumo de combustível, relativamente ao tráfego marítimo internacional no ano de 2007: 213 *Mt* de fuelóleo residual e 64 *Mt* de gasóleo naval. Na Tabela 1.2 apresenta-se o resumo das estimativas do CC e emissão de poluentes atmosféricos para o tráfego marítimo internacional, componente mais significativa do tráfego marítimo global.

Tab. 1.2 Consumo de combustível e emissões de poluentes atmosféricos relativas tráfego marítimo internacional, para o ano de 2001 [CORBETT *et al.*, 1999; CORBETT & KOEHLER, 2003; ENDRESEN *et al.*, 2003; ENDRESEN *et al.*, 2004; EYRING *et al.*, 2005; ENDRESEN *et al.*, 2007], 2006 e 2007 [BUHAUG *et al.*, 2008; BUHAUG *et al.*, 2009a; BUHAUG *et al.*, 2009b; BUHAUG *et al.*, 2009c; BUHAUG *et al.*, 2009d] [URL 16].

		2001	2006	2007	Unidades
CC		280-290	267±20%	277±20%	<i>Mt</i>
Emissões atmosféricas	<i>CO</i> ₂	812,0-913,0	838	870	<i>Tg</i>
	<i>NO</i> _x	21,0-23,0	20,0	20,0	
	<i>CO</i>	1,3	2,0	2,0	
	<i>SO</i> _x	12,0-13,0	12,0	12,0	
	<i>PM</i>	1,6-1,7 ^a	1,4	1,5	
	<i>COV</i>	0,7-2,0	≈0,7	≈0,8	

^a Estimativa apenas disponível para a *PM*₁₀

As estimativas para o ano de 2001, surgem no seguimento de diversas discussões científicas publicadas acerca de diferentes metodologias existentes e correspondem às últimas disponíveis em publicações científicas [CORBETT *et al.*, 1999; CORBETT & KOEHLER, 2003; ENDRESEN *et al.*, 2003; ENDRESEN *et al.*, 2004; CORBETT & KOEHLER, 2004; EYRING *et al.*, 2005; ENDRESEN *et al.*, 2007], apresentadas como o valor mais baixo e mais alto encontrado. Actualmente, as diferenças metodológicas são assumidas como válidas e as abordagens são de certa forma complementares.

Por análise das tabelas verifica-se um aumento das emissões atmosféricas de poluentes de 2006 para 2007, tanto para o tráfego marítimo global como internacional, como seria de esperar seguindo a tendência de crescimento socioeconómico anteriormente referidas. O mesmo já não pode ser afirmado para o ano de 2001 (Tabela 1.2), referente ao tráfego marítimo internacional, cujas emissões atmosféricas relativas se apresentam superiores a 2006 e 2007. Isto pode significar um decréscimo nas emissões atmosféricas do tráfego marítimo internacional desde 2001 até 2006, o que não parece ser desapropriado pela evolução tecnológica registada no sector em termos de eficiência energética e utilização de tipos alternativos de combustível. É neste mesmo sentido, que a OMI afirma que o transporte marítimo contribui relativamente pouco para o volume total de emissões de poluentes atmosféricos, enfatizando a sua eficiência e importância no papel que desempenham a nível global [URL 16]. No entanto, em qualquer um dos anos, a ordem de grandeza dos valores registados para as emissões atmosféricas de poluentes é tal, que são esperados diferentes efeitos a diferentes escalas (local, de

mesoscala, regionais, transfronteiriços, de escala sinóptica e globais), consoante o tipo de poluente em questão e respectivo tempo de vida na atmosfera (Anexo 1, Figura A.1.4). Alguns podendo chegar mesmo a constituir catalisadores de retrocesso no desenvolvimento humano [PNUD, 2007] [URL 17]. São inúmeros os trabalhos científicos que abordam esta problemática dos efeitos das emissões atmosféricas de poluentes pelas embarcações. Por exemplo, CORBETT *et al.* (2007) estimam que a concentração atmosférica de $PM_{2.5}$ decorrente do tráfego marítimo possa ser responsável até 64 mil casos de mortes prematuras por cancro pulmonar (8%) e cardiopulmonar (92%), a nível global e em adultos dos 30 aos 99 anos de idade, correspondendo a 8% da mortalidade anual relacionada com $PM_{2.5}$. Prevêem ainda um acréscimo de 40% até ao ano de 2012, mantendo-se o cenário actual. A distribuição espacial dos níveis de $PM_{2.5}$ no ar ambiente é diferente, consoante a região do globo: na Europa e Mar Mediterrâneo; 20-40%, Este da Ásia; 20-30% e Sul da Ásia 15-30%, do total. O impacto das emissões atmosféricas de poluentes pelas embarcações sobre a saúde humana em zonas costeiras é 1000 vezes mais elevado do que o estimado no interior [CORBETT *et al.*, 2007]. Noutro estudo, a nível europeu no ano de 2000, COFALA *et al.* (2007) associam cerca de 20 mil mortes prematuras a PM , com um decréscimo de aproximadamente 8 meses na esperança média de vida, 6 meses em Portugal, estimando-se um custo para a sociedade de 200 mil milhões de € [URL 13; URL 14]. Outro problema será a poluição atmosférica de longa distância associada ao tráfego marítimo, descrita em vários trabalhos [CONCAWE, 1994; SKJØLSVIK *et al.*, 2000; CONCAWE, 2002; COFALA *et al.*, 2007; CONCAWE, 2008], que pode contribuir para a excedência de cargas críticas de acidificação e eutrofização (Anexo 1, Figuras A.1.5 e A.1.6). No caso da Europa, em 2007, sentiram-se os efeitos, das emissões antropogénicas (incluindo as embarcações) em mais de 260 mil km^2 ou 20% de ecossistemas florestais sensíveis e 1 milhão de km^2 ou 70% de ecossistemas terrestres sensíveis (Figura 1.2 e Figura 1.3) [URL 18].

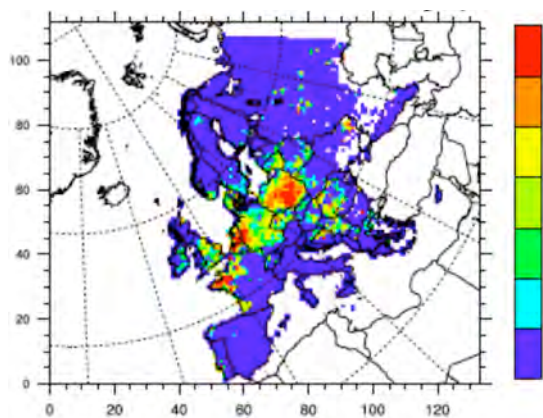


Fig. 1.2 Excedência de cargas críticas na Europa para o ano de 2007, expressa em equivalentes hm^2/ano , acidificação [EMEP, 2009] [URL 18].

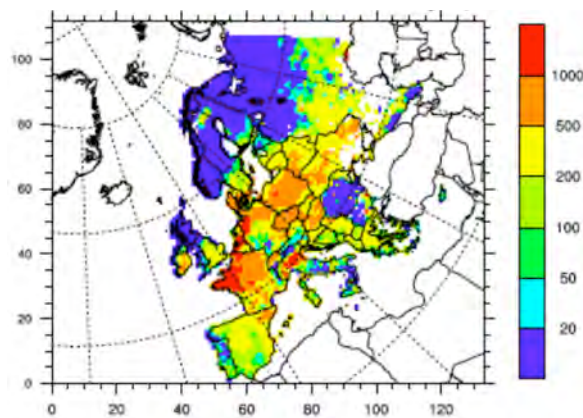


Fig. 1.3 Excedência de cargas críticas na Europa para o ano de 2007, expressa em equivalentes hm^2/ano , eutrofização [EMEP, 2009] [URL 18].

A questão coloca-se também relativamente ao contributo da actividade para as AC. De facto, a quantidade de CO_2 emitida pela mesma em 2007, corresponde a 2,7% das emissões antropogénicas globais deste poluente atmosférico [BUHAUG *et al.*, 2008; BUHAUG *et al.*, 2009a; BUHAUG *et al.*, 2009b; BUHAUG *et al.*, 2009c; BUHAUG *et al.*, 2009d]. Estimam-se 1067 Mt de CO_2 equivalente como o total de GEE emitidos pelo tráfego marítimo [BUHAUG *et al.*, 2008; BUHAUG *et al.*, 2009a; BUHAUG *et al.*, 2009b; BUHAUG *et al.*, 2009c; BUHAUG *et al.*, 2009d] [URL 16]. Por outro lado, existe a contribuição particular para a concentração de aerossóis e Ozono (O_3) na atmosfera, especialmente durante o Verão, em períodos diurnos. As emissões de aerossóis perturbações poderão resultar em dois efeitos competitivos na sequência do penacho da chaminé das embarcações, dependendo da área geográfica em questão (fenómeno verificável por imagens de satélite, Figura 1.4 e Figura A.1.7, Anexo 1).

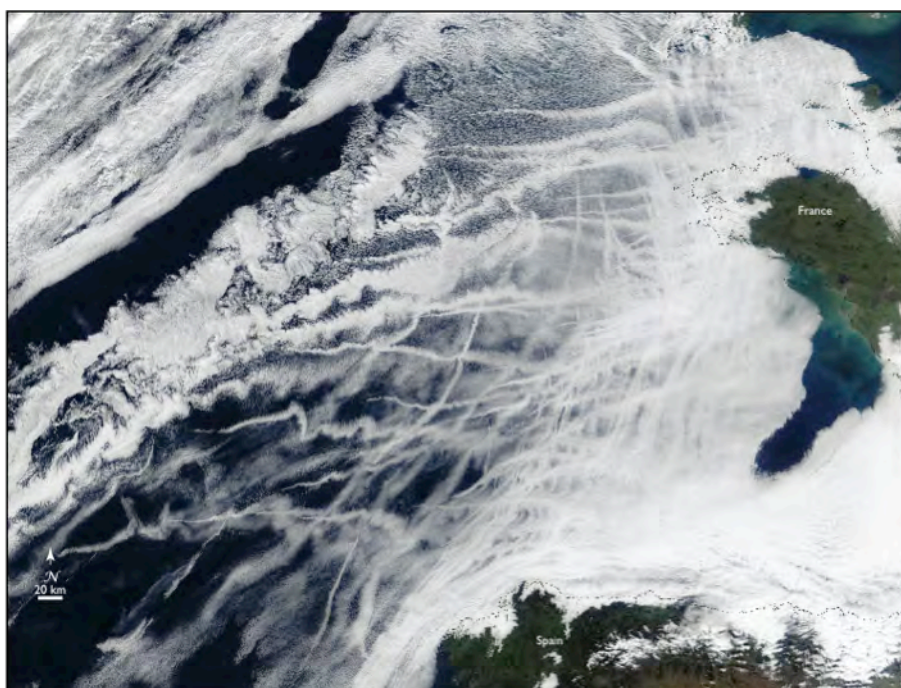


Fig. 1.4 Imagem de satélite do número alto e invulgar de rastros não permanentes associados aos penachos de navios em actividade no Atlântico Este, observado em nuvens baixas junto à costa de França e de Espanha. Imagem do instrumento MODIS instalado no satélite Terra, em cores verdadeiras, obtida no dia 23 de Janeiro de 2003 [URL 19].

O forçamento directo positivo sobre o balanço radiativo resulta da absorção de radiação pela PM , particularmente contendo carbono negro. O forçamento indirecto negativo relaciona-se com a alteração microfísica das nuvens do tipo estratocúmulos marítimas, por aumento do número de aerossóis em modo de acumulação, resultado da sua redução de tamanho, constituindo núcleos formadores de nuvens, aumentando a profundidade óptica e o albedo das mesmas [KING, 1993; CAPALDO *et al.*, 1999;

KASIBHATLA *et al.*, 2000; ENDRESEN *et al.*, 2003; SONG *et al.*, 2003; MARMER & LANGMANN, 2005; EYRING *et al.*, 2007a; EYRING *et al.*, 2007b].

Em Portugal não existem muitos estudos detalhados acerca da poluição atmosférica e as embarcações e os que existem não são de fácil acesso, sendo a maioria da autoria do *Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos* (IPTM) [COELHO, 2008] [URL 20]. No entanto, o país aparenta uma significativa convergência entre densidades de tráfego hidroviário e população. Cerca de 10627250 *habitantes* residentes [INE, 2009] [URL 21], encontram-se dispersos por mais de 90 mil km^2 de território português (ver Anexo 1, Tabela A.1.2), resultando numa densidade média populacional de 115 *habitantes/km*², em que 50% vive no litoral em cidades, virtude da emigração do interior e de áreas rurais e onde o turismo é mais vigoroso [INE, 2009] [URL 21].

1.2. Objectivos

O objectivo desta tese é estimar as emissões de poluentes atmosféricos associadas à actividade das embarcações em Águas Territoriais Portuguesas e representá-las espacialmente. Pretende-se também desenvolver o conhecimento específico na inventariação de poluentes atmosféricos, tirocínio naval e compor uma discussão que permita conclusões e propostas de desenvolvimento.

De modo a cumprir os objectivos, o trabalho foi desenvolvido em diferentes etapas que passaram pela preparação, desenvolvimento, cálculo e conclusões, de acordo com a calendarização estabelecida (Anexo 2, Figura A.2.1). Na preparação definiram-se objectivos, a actividade, os poluentes atmosféricos, a área geográfica coberta, o intervalo de tempo considerado e o procedimento para obtenção de dados. No desenvolvimento, iniciou-se a pesquisa bibliográfica, que pela constante actualização científica e em resultado do interesse genuíno se estendeu até ao final do trabalho. Obtiveram-se informações relativas a dados económicos e sociais utilizados na introdução, descreveu-se o enquadramento legal, a actividade hidroviária e a metodologia seleccionada. Foi posto em prática o procedimento (Anexo 2, Páginas II a XII) para obtenção de dados (Anexo 2, Páginas XIII a XXXVIII, excluindo estatísticas portuárias e dados da Marinha Portuguesa) de diferentes instituições [URL 20; URL 23; URL 24; URL 25; URL 26; URL 27; URL 28; URL 29], que posteriormente, foram compilados e sobre a qual se aplicou a metodologia seleccionada. Na fase de conclusão procedeu-se à discussão dos resultados obtidos, aproximações, considerações, variáveis usadas e comparações possíveis, chegando-se então às conclusões finais, sugestões futuras e documentação completa.

Capítulo 2. Enquadramento Legal

A origem dos primeiros tratados marítimos internacionais remonta ao século XIX. No entanto, é na *Dinastia Babilónica* que aparecem os primeiros traços de registo de uma *Lei Marítima*, art. 234.º a 240.º do *Código de Hamurabi* (circa 1700 a.C.) [URL 16; URL 30].

“Se um construtor constrói um barco para outrem, mas não o torna robusto, e se durante o mesmo ano aquele barco ficar à deriva ou se danificar, o construtor deverá consertar o barco a seu próprio custo. O barco firme deverá ser restituído ao proprietário.” - art. 235.º do *Código de Hamurabi*

2.1. Direito Internacional

Pelo facto de uma elevada fracção da frota mundial despende grande parte do tempo de viagem em águas de domínio comum, o direito internacional constitui a escala do enquadramento legal mais importante para a regulação das embarcações. Neste sentido surge a *Organização Intergovernamental Marítima Consultiva* (OIMC), uma agência especializada das Nações Unidas, cujo principal papel é desenvolver e promulgar um enquadramento legal para o transporte marítimo. Estabelecida em Genebra, no ano de 1948, com a *Convenção OIMC*, entra em vigor dez anos depois e por volta dos anos 80 o seu nome é alterado para OMI contando com a representação de 138 Estados Contratantes e mais 3 Estados Associados [URL 16]. Com o emergir da poluição como um novo paradigma em termos da segurança global, demasiadas vezes verificada em episódios da história marítima, como o desastre envolvendo o super-petroleiro *Torrey Canyon* (1967, Inglaterra) e o petroleiro *Prestige* (2002, Portugal e Galiza), a OMI, como é actualmente reconhecidas, recomendou uma série de medidas e regras transversais, aceites pelos vários intervenientes, com o intuito de prevenir a poluição dos navios. Os trabalhos tiveram início na *Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar* (CISVHM), donde posteriormente resultou a *Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios* de 1973, modificada pelo *Protocolo de 1978 (MARPOL 73/78)* e pelo de 1997, que a emenda. A *Convenção MARPOL 73/78* e respectivos protocolos, contém 20 artigos e 6 anexos, cobrindo na sua totalidade diferentes tipos de poluição. Os *Anexos I* e *II* são obrigatórios e os restantes voluntários [IMO, 2006; IMO, 2008] [URL 16]. A Tabela 2.1 lista os anexos da *Convenção MARPOL 73/78* modificada pelo *Protocolo de 1997*, identificando os assuntos cobertos.

Tab. 2.1 Anexos à Convenção *MARPOL 73/78* que abordam a prevenção e o controle da poluição por diferentes fontes de contaminação nos navios [IMO, 2006] [URL 16].

Anexo	Assunto
I	Prevenção da poluição por óleos e <i>HC</i>
II	Controle da poluição por substâncias nocivas líquidas transportadas a granel
III	Prevenção da poluição por substâncias prejudiciais empacotadas
IV	Prevenção da poluição por águas residuais dos navios
V	Prevenção da poluição por resíduos sólidos dos navios
VI	Prevenção da poluição atmosférica dos navios

Segundo SHARP (2003), para que as provisões da *Convenção MARPOL 73/78* e do *Protocolo de 1997* entrem em vigor e sejam aplicadas, é necessário que os Estados Contratantes garantam o seu efeito através do direito nacional. Na Tabela 2.2 é apresentado um sumário das acções-chave que cada Estado Contratante deve adoptar, de modo a asseverar o cumprimento dos requisitos dispostos.

Tab. 2.2 Acções, representadas por prioridade sequencial, necessárias à implementação e entrada em vigor da Convenção [SHARP, 2003].

1.	Aceder à <i>Convenção MARPOL 73/78</i> e <i>Protocolo de 1997</i>
2.	Garantir a aplicação dos <i>Anexos I e II</i>
3.	Garantir a aplicação dos restantes anexos aceites ou que tenham entrado em vigor através do direito nacional
4.	Proibir violações
5.	Providenciar sanções
6.	Levar a cabo procedimentos
7.	Informar respectivos Estados Contratantes
8.	Informar a OMI
9.	Realizar inspecções e vistorias aos navios
10.	Monitorização da conformidade
11.	Evitar atrasos inapropriados aos navios
12.	Reportar incidentes
13.	Providenciar a OMI com documentação adequada
14.	Investigar casualidades envolvendo poluição e reportar descobertas
15.	Assegurar a existência de instalações de recepção adequadas

A aplicação e interpretação da *Convenção MARPOL 73/78* e do *Protocolo de 1997*, depende directamente da *Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar* (CNUDM), que descreve entre outros parâmetros as circunstâncias, salvaguardas, zonas geográficas costeiras e jurisdição de cada Estado Parte, integrando também o *Tribunal Marítimo Internacional*.

No contexto deste trabalho, o *Anexo VI* à *Convenção MARPOL 73/78* e o código técnico para o controle de NO_x são os dispositivos legais mais importantes. lidando concretamente com as regras para a prevenção da poluição atmosférica dos navios. Em 2004 este anexo preenche todos os requisitos de ratificação, contando com a representação de mais de 50% da Arqueação Bruta (AB) total combinada da frota mundial, entrando em vigor no ano 2005. Na Figura 2.1 encontra-se representado o

diagrama cronológico referente à OMI e às diferentes actividades relacionadas com o direito internacional em matéria de prevenção da poluição por navios.

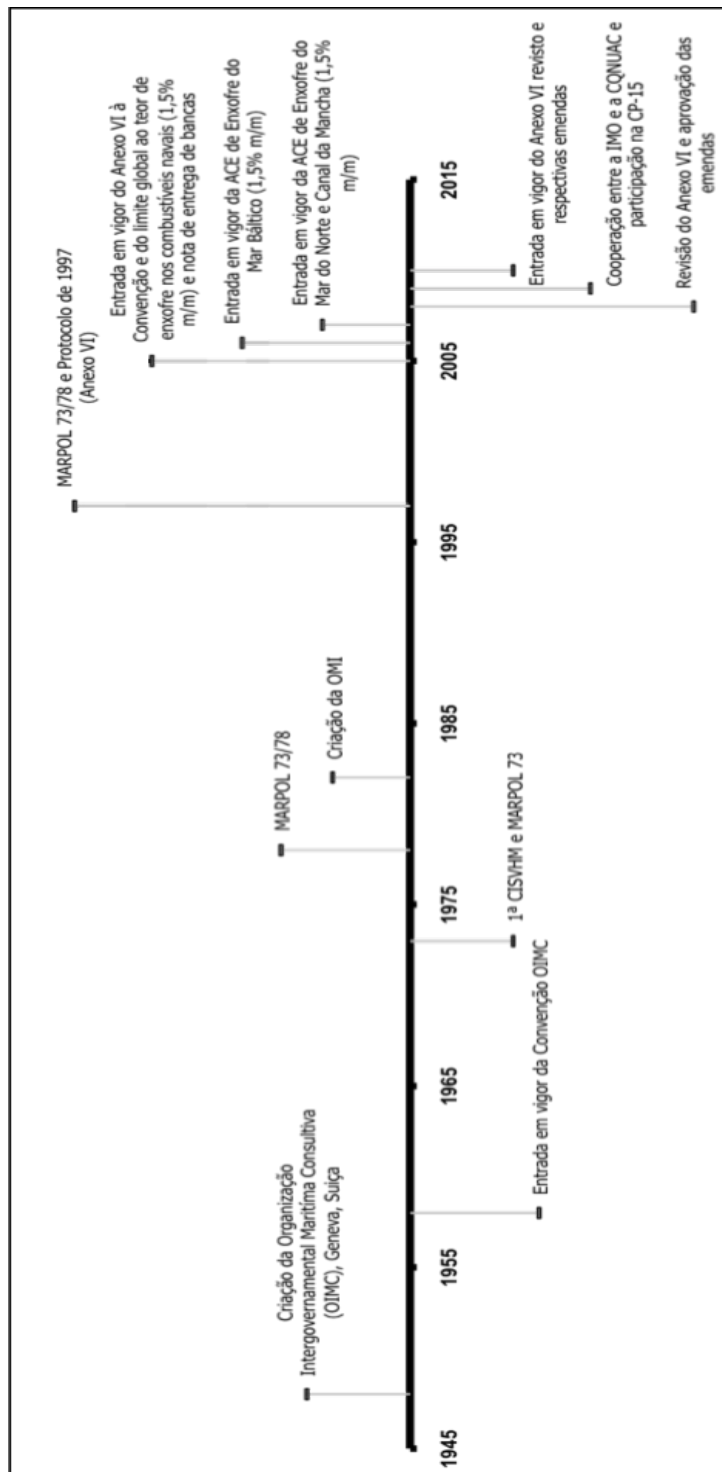


Fig. 2.1 Diagrama cronológico referente à OMI e às diferentes actividades relacionadas com o direito internacional em matéria de prevenção da poluição por navios.

O *Anexo VI à Convenção MARPOL 73/78*, soma no total 3 capítulos com 19 regras abrangendo a totalidade dos navios, excepto quando expressamente referido. Segundo a OMI, este anexo aplica-se a cerca de 97,55% da frota mundial actual. De um modo sucinto, o Capítulo 1 aborda as generalidades do anexo: a sua aplicação (Regra 1), as definições (Regra 2), as excepções gerais (Regra 3) e as técnicas equivalentes para cumprimento dos requisitos (Regra 4). As excepções gerais, pela sua potencial relevância, listam-se seguidamente:

- Emissões necessárias para garantir a segurança de um navio ou para salvaguardar vidas humanas no mar;
- Emissões resultantes de uma avaria dum navio ou no seu equipamento:
 - Desde que tenham sido tomadas todas as precauções razoáveis após a ocorrência da avaria ou detecção da emissão a fim de eliminar ou reduzir ao mínimo;
 - Salvo se o armador ou o comandante tiver agido para provocar a avaria, ou negligentemente e consciente da possibilidade de ocorrência da avaria.

O Capítulo 2 aborda a vistoria, certificação e meios de controle (Regras 5 a 11), ditando que todos os navios com tonelagem igual ou superior a 400 Toneladas de Arqueação Bruta (*TAB*), e todas as plataformas de perfuração, fixas ou flutuantes, e outras plataformas, devem ser sujeitas às vistorias especificadas. No caso dos navios de tonelagem inferior a 400 *TAB*, a Administração pode estabelecer medidas apropriadas de modo a garantir o cumprimento das disposições aplicáveis deste anexo. Está previsto neste capítulo a emissão de um *Certificado Internacional de Prevenção da Poluição atmosférica*, respeitante apenas a navios que arvoem a bandeira de um Estado Parte do *Protocolo de 1997*. A publicação deste certificado é da responsabilidade da respectiva Administração. A sua emissão é feita por um período que não deve exceder 5 anos. Um navio que se encontre num porto ou terminal no mar sob jurisdição de outra Parte ao *Protocolo de 1997*, está sujeito a ser inspeccionado por funcionários devidamente autorizados, relativamente aos requisitos operacionais nos termos deste anexo. O Capítulo 3 aborda especificamente os diferentes requisitos para controle de emissões dos navios, nomeadamente através da deliberação de Valores Limite de Emissão (VLE), limites ao teor de enxofre nos combustíveis utilizados, proibição da emissão de determinados gases, proibição de determinadas práticas (por exemplo: a queima de certos resíduos a bordo), obrigação na documentação e criação de áreas específicas de controle. Os requisitos, resumidos no Anexo 3 (Tabelas A.3.1 a A.3.5), incidem designadamente sobre substâncias que

potenciam a destruição do O_3 estratosférico, essencialmente hidrocarbonetos (HC) halogenados e clorofluorcarbonetos (Regra 12), os NO_x (Regra 13), os SO_x (Regra 14), os COV (Regra 15), a incineração a bordo (Regra 16 e Apêndice IV), as instalações de recepção (Regra 17), a qualidade do fuelóleo (Regra 18 e Apêndice V) e a regra 19 contendo os requisitos para plataformas e plataformas de perfuração. O Anexo VI faz também referência às Áreas de Controlo de Emissões (ACE). Actualmente, apenas existem duas em vigor na Europa, relativas à emissão de SO_x e designadas como Áreas de Controlo de Emissões Enxofre (ACEE) (Regra 14), nomeadamente a do Mar do Norte e a do Mar Báltico, cujos principais requisitos em vigor se encontram na Tabela 2.3.

Tab. 2.3 Principais requisitos internacionais em vigor, relativamente ao teor de enxofre dos combustíveis (% S).

Legislação	Região	Fuelóleo pesado (% S)	Gasóleo (% S)
ANEXO VI à Convenção MARPOL 73/78	ACEE - Mar Báltico	1,5	-
	ACEE - Mar do Norte	1,5	-
	Fora das ACEE	4,5	-

Os limites geográficos destas ACE estão definidos na *Convenção MARPOL 73/78* (Regra 10 Anexo I e Regra 5 Anexo V, respectivamente) e encontram-se representados na Figura 2.2.

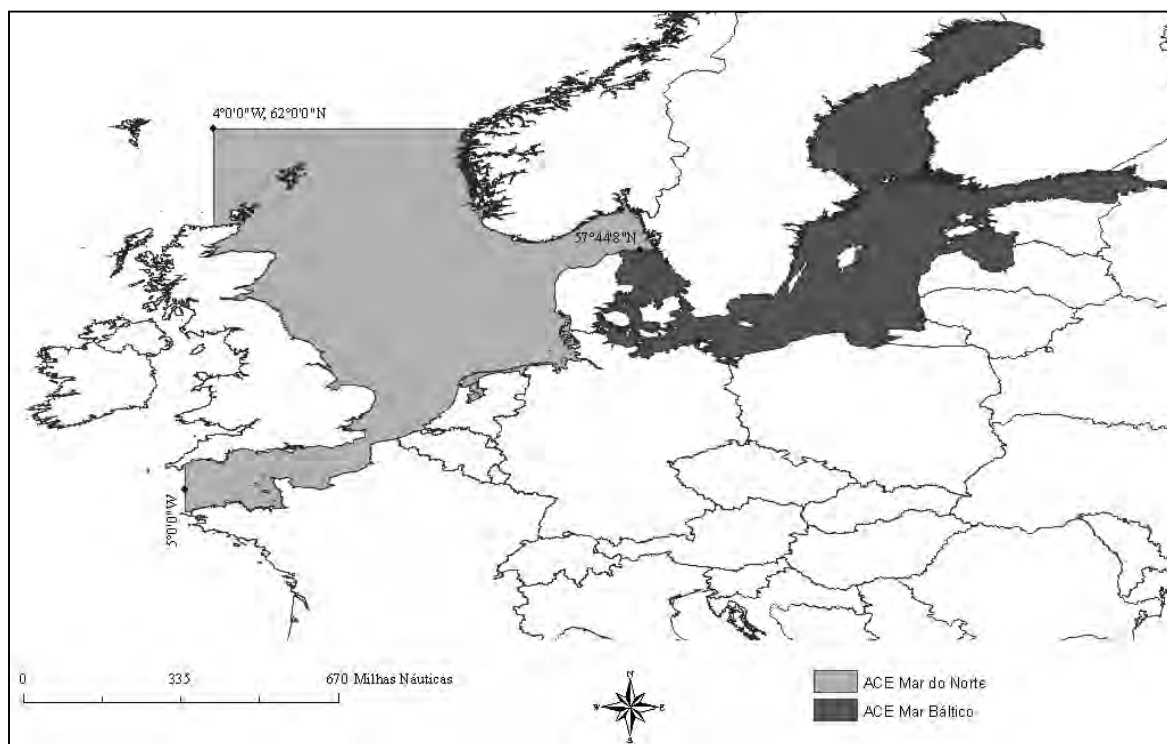


Fig. 2.2 Mapa da ACEE em vigor na Europa, elaborado com base na Convenção (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984) [URL 16; URL 31].

A possibilidade dos Estados Contratantes ao *Protocolo de 1997* designarem mais ACE, incluindo áreas portuárias, é possível através da submissão de propostas à Organização, seguindo critérios e procedimentos do *Apêndice III do Anexo IV* [IMO, 2006; IMO, 2008] [URL 16]. Assim, futuramente poderão vir a ser designadas mais ACE, do mesmo ou de outros poluentes atmosféricos [IMO, 2006; IMO, 2008] [URL 16]. Por fim é importante mencionar que em 2008 o *Anexo VI à Convenção MARPOL 73/78* foi emendado pelo *Comité para a Protecção Ambiental Marinha* (CPAM) da OMI, alterando requisitos de teor de enxofre nos combustíveis usados dentro das ACE e acrescentando VLE calculados por diferentes níveis metodológicos para diferentes tipos de motores. No entanto os primeiros requisitos, alterados pela emenda do CPAM, apenas entrarão em vigor a partir de 2010 e por isso não serão abordados neste trabalho.

Adicionalmente, referem-se dois acordos multilaterais importantes no âmbito da gestão da qualidade do ar e com potenciais implicações no que se refere às emissões atmosféricas de embarcações: a *Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas* [URL 5] e a *Convenção sobre Poluição do Ar Transfronteiriça de Longa Distância*, estabelecida pela *Comissão Económica das Nações Unidas para a Europa* [URL 32], contendo o protocolo que estabelece o *Programa Comum de Vigilância Contínua do Transporte a Longa Distância de Poluição Atmosférica*, ou *Programa Europeu de Avaliação e Monitorização* [URL 18], os *Protocolos do Enxofre* e o *Protocolo dos Tectos de Emissão*. Nos quais, diferenciadamente, as emissões das embarcações conjuntamente com outras fontes deverão ser comunicadas e indirectamente são monitorizadas e regulamentadas [COSTA e RIBEIRO, 2008; DAO, 2008].

2.2. Direito Comunitário

Em termos de legislação europeia, é importante mencionar os diplomas legais que, no seguimento dos *Protocolos do Enxofre*, relacionam o conteúdo de enxofre no gasóleo naval e no fuelóleo residual (detalhes acerca destes combustíveis no Capítulo 3) usados dentro ou fora das ACEE e na União Europeia (UE) (Directiva 1998/70/CE, Directiva 1999/32/CE, Directiva 2005/33/CE, Directiva 2009/30/CE). Na Tabela 2.4 são apresentados os principais requisitos comunitários em vigor.

Tab. 2.4 Principais requisitos comunitários em vigor, relativamente ao teor de enxofre dos combustíveis (% S).

Legislação	Região	Fuelóleo pesado (% S)	Gasóleo (% S)
Directiva 1998/70/CE	UE	-	0,2 ^a
Directiva 1999/32/CE	UE	-	0,2
Directiva 2005/33/CE	ACEE - Mar Báltico	1,5	0,1
	ACEE - Mar do Norte	1,5	0,1
	Fora das ACEE	-	0,1

^a Aplicável apenas ao combustível vendido dentro da UE

Por outro lado, a Directiva 2004/26/CE estabelece, no seu *Anexo I*, VLE atmosférica de poluentes como o *CO*, os *HC*, os *NO_x* e *PM* para determinados motores de ignição por compressão, motores diesel, motores de combustão interna a instalar em diferentes máquinas móveis não rodoviárias, entre outras. Comparativamente com os requisitos, específicos para embarcações, da legislação internacional, os requisitos legislativos europeus são, de um modo geral, mais exigentes. O mesmo pode ser afirmado no caso de legislação menos específica, mas indirectamente relacionada, como a Directiva 2008/50/CE relativa à qualidade do ar ambiente e um ar mais limpo na Europa, importante no âmbito da gestão da qualidade do ar.

2.3. Direito Nacional

A pesquisa efectuada sobre a legislação de Portugal, em matéria de poluição atmosférica associada às embarcações, aponta para a inexistência de instrumentos legais portugueses para além daqueles apresentados pelas transposições de documentos legais internacionais e comunitários. Na Tabela 2.5 são apresentadas as principais transposições internacionais e comunitárias para o direito português.

Tab. 2.5 Principais transposições para direito português, de documentos legais internacionais e comunitários.

Designação	Título
Decreto n.º 1/2008	Aprova o Protocolo de 1997 relativo à Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios, 1973, modificado pelo Protocolo de 1978, MARPOL 73/78, relativo às regras para a prevenção da poluição atmosférica por navios.
DL n.º 69/2008	Transposição da Directiva 2009/30/CE
DL n.º 236/2005	Transposição da Directiva 2004/26/CE
DL n.º 281/2000	Transposição da Directiva 1998/70/CE, Directiva 1999/32/CE, Directiva 2005/33/CE,
RAR n.º 60-B/1997, ratificada pelo Decreto n.º 67-A/1997	Aprovação, por ratificação, da CNUDM e o Acordo Relativo à Aplicação da Parte XI da mesma Convenção

No âmbito deste trabalho é também importante enquadrar a área geográfica que serve de base para o seu desenvolvimento. A Figura 2.3 ilustra essa mesma área.

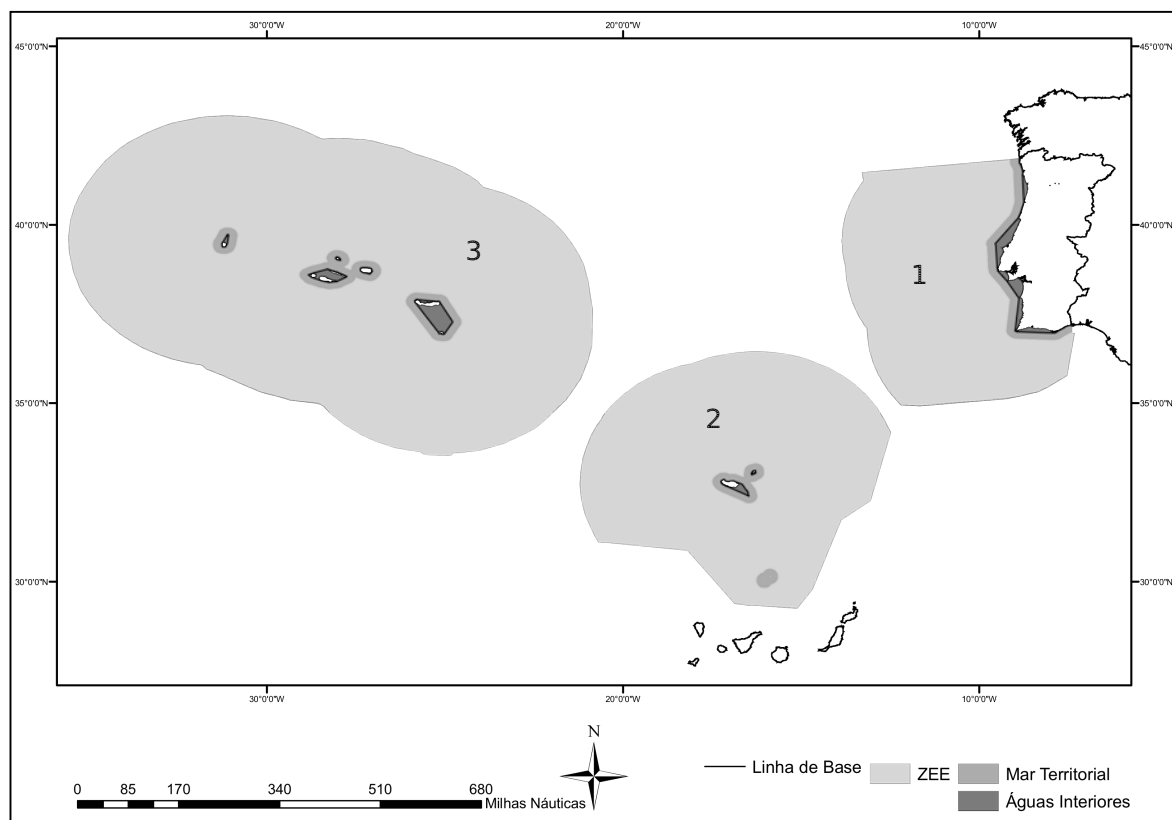


Fig. 2.3 Mapa relativo às Águas Territoriais Portuguesas, constituídas pela Subárea 1 do Continente, Subárea 2 da Madeira e Subárea 3 dos Açores, elaborado com base no DL n.º 229/78 (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984) [URL 2; URL 22; URL 31].

As Águas Territoriais Portuguesas subdividem-se na ZEE, Mar Territorial e Águas Internacionais. A ZEE de Portugal é definida como a delimitação por uma linha imaginária situada a 200 *mn* da costa, separando o espaço marítimo de Portugal de águas internacionais ou comuns (Lei n.º 34/2006 e DL n.º 119/1978). O país exerce direitos soberanos e responsabilidades especiais sobre a mesma e sobre a plataforma continental que, em conjunto, constituem grande parte do Atlântico Nordeste. Em 2005, foi criada a *Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental* (RCM n.º 9/2005), responsável por preparar a proposta para a extensão da plataforma continental de Portugal para além das 200 *mn*, alargamento previsto para 2014, e entregar à *Comissão de Limites da Plataforma Continental das Nações Unidas* [URL 2]. O Mar Territorial é definido como a delimitação por uma linha imaginária situada a 12 *mn* da linha de base, isto é a linha de baixa-mar ao longo da costa. Todas as águas no interior da linha base do Mar Territorial são consideradas Águas Internacionais (incluindo portos e marinas). Do ponto de vista legal, as emissões de poluentes atmosféricos associadas às embarcações apenas poderão ser geridas a nível nacional se se situarem dentro das Águas Territoriais Portuguesas.

Capítulo 3. A Actividade Hidroviária

A actividade hidroviária diz respeito a toda a actividade relativa às embarcações, que decorre sobre um qualquer meio aquático navegável. Esta, pode ser classificada como móvel (tráfego hidroviário) ou estacionária (no caso das plataformas). O tráfego hidroviário (transporte de passageiros ou mercadorias, pesca, militar, operações multilaterais e restantes) pode ser nacional, internacional ou que cruza as Águas Territoriais nacionais. Já a navegação, pode ser classificada relativamente às áreas de operação: Transporte Marítimo de Longo Curso (TMLC) e pesca de alto mar, sem área atribuída, ou Transporte Marítimo de Curta Distância (TMCD), em qualquer caso sem paragem; cabotagem e pesca do alto mar com área atribuída; costeira e de pesca costeira; em vias navegáveis interiores; local e pesca local em áreas confinadas (inclui urbana e portuária). Na Figura 3.1, tentou-se representar algumas destas classificações.

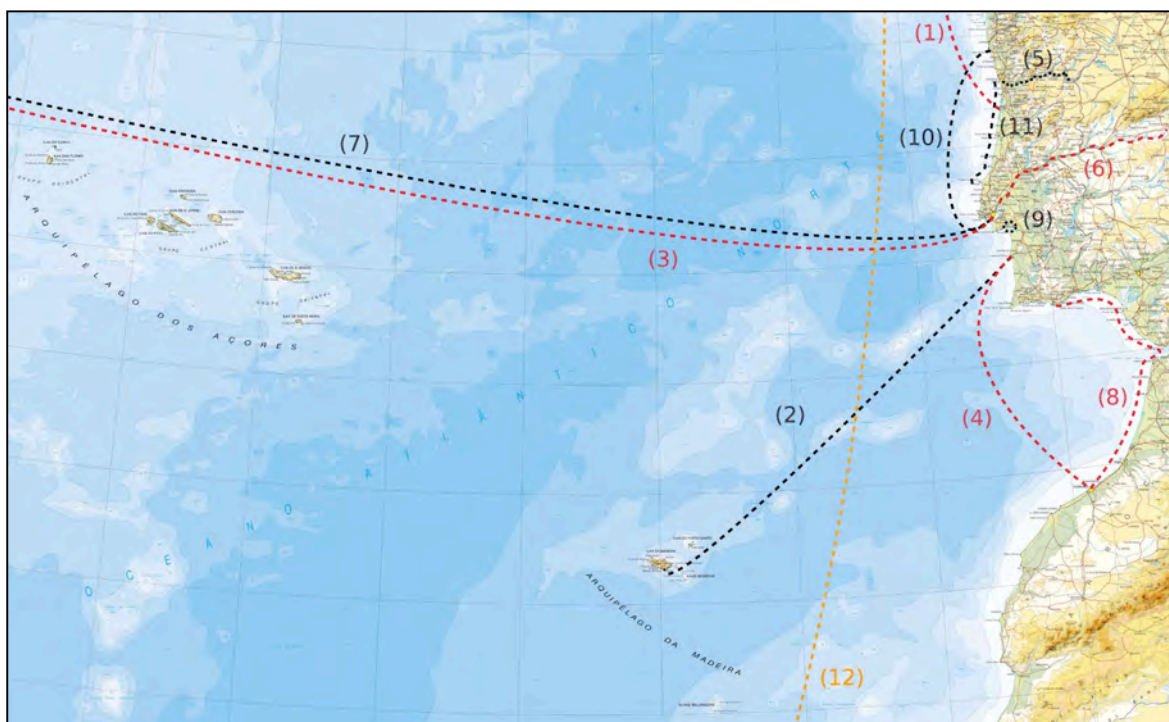


Fig. 3.1 Exemplificação gráfica, não rigorosa, de alguns tipos de actividade hidroviária. (1) TMCD; (2) Actividade Marítima Nacional; (3) TMLC, Actividade Marítima Internacional; (4) Actividade Marítima Internacional; (5) Actividade Nacional em Vias Navegáveis Interiores; (6) Actividade Internacional em Vias Navegáveis Interiores; (7) Pesca de Alto Mar (8) Cabotagem Internacional; (9) Actividade Local; (10) Cabotagem Nacional; (11) Actividade e Pesca Costeira; (12) Actividade Marítima que cruza as águas territoriais portuguesas [URL 16; URL 28; URL 33; URL 34].

No âmbito da inventariação de poluentes atmosféricos associados às embarcações torna-se mais simples, no caso da existência de padrões complexos associados às paragens entre o porto de partida e de chegada, não quebrar segmentos individuais, sendo pouco provável, segundo a EEA (2009), que isto afecte as estimativas. Assim, a distinção entre tráfego hidroviário nacional e internacional é feita com base nos portos de origem e destino da viagem, independentemente da bandeira de estado que a embarcação arvora. Concretamente, se uma embarcação tem origem e destino em portos nacionais, então o tráfego é classificado como nacional, se a embarcação tem origem num porto nacional e como destino um porto internacional, ou o contrário, então o tráfego é internacional [EEA, 2009]. Por esta razão de classificação, por razões estatísticas (contagens) e de distribuição espacial do tráfego hidroviário (rotas), identificam-se, na Figura 3.2, os principais portos de Portugal.



Fig. 3.2 Localização geográfica dos principais portos de Portugal (elaborado em Google Earth) [URL 35].

A importância da identificação dos portos, no âmbito deste trabalho, traduz-se pela potencial fonte de informação que representam, no que se refere às movimentações da maioria das embarcações que constituem a actividade hidroviária, como veremos mais adiante.

3.1. Especificações das Embarcações

As embarcações classificam-se como sendo de carácter público ou privado, com nacionalidade atribuída pelo país do porto de registo cuja bandeira arvoram, por categoria, classe, tipo e segundo o seu tamanho em comprimento, porte ou tonelagem. Na Tabela 3.1 são apresentadas as classificações utilizadas neste trabalho.

Tab. 3.1 Abordagem geral à tipologia das embarcações [MARQUES, 2001].

	Categoria	Classe	Tipo
Navios Mercantes	Navio-Tanque	Petroleiro	MCC LCC VLCC ULCC
		Transporte de Gás	GPL GNL Outros
		Transporte de Produtos	Produtos Químicos Outros
	Navio Porta-Contentores	Flutuantes Não Flutuantes	Multicarga, porta-barcaças, convés corrido, celular, etc.
	Cargueiros	Ro-Ro	Veículos, PCC/PCTC
		Lo-Lo	Veículos e contentores
		Especializados	Gado, multicarga de grande porte (com denominação inglesa "Sea Barge"), etc.
		Graneleiro	Granel sólido ou líquido Combinado (PGM) universal
		Carga Geral	Carga refrigerada (com denominação inglesa "Reefer"), carga em paletes, etc.
	Navio de passageiros	Funcional (Ferry, etc.)	
Navios Não Mercantes	Pesca	Captura, classificados de acordo com a modalidade (arrastões, de vara e pluma, etc.) Transformação (Fábrica, etc.) Transporte (Congelador, de embarcações de pesca, etc.) Outros (Oficina, etc.)	
	Militar	Navio de guerra, submarino, lancha, veleiro, etc.	
	Serviço	Rebocador, balizador, de abastecimento, de investigação científica, draga, lançador de cabos, de combate à poluição, quebra-gelo, etc.	
	Recreio ou lazer	Veleiros, cruzeiros, iates, etc.	
	Outros		

Para uma estimativa de qualidade para as quantidades de poluentes atmosféricas emitidas pelas embarcações (essencialmente gases de exaustão expelidos por uma ou mais chaminés e, em menor escala, emissões fugitivas e por evaporação), idealmente, será desejável obter informação individual detalhada sobre as mesmas, especificamente o seu número OMI, nome ou número de registo, a sua classificação, tonelagem, porte, idade, motores a bordo (tipo, número, potência final, Factores de Carga, *FC*, Consumo Específico de Combustível, *CEC*, e idade), dimensões do tanque de combustível, sistemas de controlo de emissões atmosféricas (se aplicável) e incineradores (se aplicável). Parte destas informações podem ser obtidas *via* sociedades de classificação, responsáveis pela vigilância, apoio técnico e inspecção de navios (por exemplo a *Bureau Veritas*, a *Lloyd's Register*, o *Registo Internacional de*

Navios da Madeira ou MAR, etc.) [URL 36; URL 37; URL 38]. As mais importantes fazem parte da *Associação Internacional das Sociedades de Classificação* [URL 39]. Estas sociedades são, neste sentido, a melhor fonte de informação, tendo em conta que acima das 500 TAB mais de 65% da frota mundial de navios, em número, está registada e classificada. Porém esta informação não está facilmente acessível, sendo de âmbito comercial [URL 37].

Actualmente estima-se que a frota mundial seja constituída por mais de 90000 navios registados em mais de 150 países, com uma idade média de 12,3 anos (62% em número com idade superior a 15 anos e 10% em número com idade inferior a 15 anos) [EQUASIS, 2007] [URL 33; URL 40]. A frota mercante de navios corresponde a 99% da AB mundial, com o maior contributo dado pelos porta-contentores, cargueiros e graneleiros [EQUASIS, 2007] [URL 33; URL 40], constituindo provavelmente a indústria mais internacional do mundo. Em 2007 esta cresceu 8,6%, relativamente ao ano anterior, transportando ao longo de mais de 4000 mn, mais de 8000 milhões de toneladas métricas de mercadorias [URL 1].

3.2. Caracterização dos Motores

Vinte anos depois da invenção do motor a Diesel (Rudolf Diesel, 1892), as primeiras embarcações equipadas com motores a quatro tempos lançam-se ao mar e, por volta de 1930 os motores a 2 tempos imperam. As embarcações querem-se mais eficientes, mais rápidas e com maior capacidade de carga e por isso diferentes modificações têm sucedido desde então. As embarcações movidas a fuelóleo residual ganham popularidade e na segunda metade dos anos 60, o uso do motor de combustão interna supera em número e tonelagem o uso do motor de combustão externa a vapor. No ano 2000, a empresa de consultoria ambiental *ENTEC* [URL 42] analisou 30000 embarcações, concluindo que os Motores Diesel Marítimos (MDM) são a forma predominante de potência unitária à data, tanto para propulsão como para geração de potência auxiliar, constituindo cerca de 95% da frota mundial, por serem mais eficientes e mais baratos do que as turbinas a vapor, constituindo estas apenas 5% [URL 42]. As turbinas a gás são utilizadas em apenas 0,1% da frota mundial, pois apesar de apresentarem elevada potência, consomem bastante combustível e são mais inseguras, sendo frequentes em navios de guerra e numa pequena proporção da frota mercante [URL 42]. A nível marítimo distinguem-se três tipos de motores, os de bordo, fora de bordo e de carga/descarga, sendo os primeiros os mais relevantes em contexto, pela maior potência, CEC e tempo de operação. A maioria das embarcações são energeticamente independentes, obtendo propulsão via Motor Principal (MP) e energia a bordo via um ou mais Motores Auxiliares (MA) (por exemplo para iluminação,

uso de aparelhos eléctricos, produção de ar comprimido, água quente, circulação de água, etc.), especialmente quando atracadas, excepto quando existe a possibilidade de ligação à rede eléctrica nos portos. Ambos os motores (MP e MA) ficam alojados na casa das máquinas. Os MDM, constituindo os mais relevantes para este trabalho, são normalmente classificados relativamente à sua velocidade no veio de manivelas: *Motor Diesel Marítimos de Baixa Velocidade* (MDMBV); *Motor Diesel Marítimos de Média Velocidade* (MDMMV) e *Motor Diesel Marítimos de Alta Velocidade* (MDMAV). Transversal a todos os motores diesel, identificam-se em média três tipos de FC, dados em % TMC, um para alto mar (80%), outro para manobrar (40%) e outro para o uso em portos (20%) [EEA, 2009]. Os motores marítimos podem ainda ser classificados de acordo com o tipo de banca marítima (combustível naval) que utilizam [TROZZI & VACCARO, 1998; COSTA e RIBEIRO, 2008] [URL 18; URL 43].

3.3. Caracterização das Bancas Marítimas

O fuelóleo, ou petróleo, constituído por três tipos de HC, com diferentes percentagens relativas consoante a sua origem (petróleo parafínico, petróleo nafténico ou petróleo aromático-asfáltico) é usado para diferentes fins há mais de 24 séculos, sendo o conhecimento acerca da sua composição determinante da quantidade e qualidade de emissões atmosféricas associadas às embarcações. De modo simplificado, na refinaria o petróleo passa pelo processo de destilação, de onde deriva o fuelóleo destilado ou o fuelóleo residual, ambos constituindo misturas homogéneas de HC líquidos ou gasosos, com uma pequena fracção de impurezas. As bancas marítimas constituem uma classe separada de derivados, pois diferentes tipos de aplicações e considerações ambientais assim o exigem. Por essa razão, foi criado um conjunto de normalizações internacionais de classificação, requisitos e metodologias de análise [ISO 2002, 2005a, 2005b], para fazer face à heterogeneidade internacional e por vezes interregional dos combustíveis para uso em MDM e caldeiras, reforçando a sua qualidade e transparência de características, o que facilita a estimativa das emissões atmosféricas. As normas abordam os limites máximos de concentração de enxofre ($[S]$), massa volúmica (ρ), viscosidade, entre outros parâmetros, dando origem a 19 categorias, das quais cinco são frequentemente abastecidas e usadas pelas embarcações: DMA; DMB; DMC; RMG380 e RME280. A classificação de combustíveis para uso em turbinas é diferente e não será abordada neste trabalho. O parâmetro mais importante em contexto é a $[S]$, pois quando elevada, implica, de um modo geral, emissões mais elevadas de SO_x e PM. A distinção entre bancas marítimas com Alto Teor de Enxofre (ATE) ou Baixo Teor de Enxofre (BTE), estabelece a relação inversa entre o impacte ambiental relativo e os seus custos de processamento. É

relevante mencionar também que as bancas marítimas estão frequentemente sujeitas a diferentes contaminações naturais (por exemplo água do mar), mas também antropogénicas chegando mesmo, em algumas situações, a ser permitida a adição de óleos lubrificantes usados, solventes industriais, lamas do tratamento de águas residuais, entre outras, o que possivelmente terá consequências sobre as emissões atmosféricas [EPA, 1999; COSTA e RIBEIRO, 2008; VERMEIRE, 2008].

Em Portugal, verifica-se um aumento no consumo de bancas marítimas entre Janeiro de 2006 e Dezembro de 2008, fixando-se perto das 750 mil *t* consumidas, tendo vindo a decrescer ligeiramente desde então, fixando-se perto das 700 mil *t* consumidas em Julho de 2009 [URL 26]. O consumo de gasóleo colorido permanece estável desde 2006, rondando sempre as 300 mil *t* consumidas [URL 26].

3.4. O Tráfego Marítimo Internacional

O tráfego marítimo constitui a mais importante componente da actividade hidroviária em quantidade de poluentes emitida para a atmosfera. O número de acidentes das embarcações e chamadas aos portos (Figuras 3.3 e 3.4), reflecte a actividade marítima em cada região do mundo [Lloyd's MIU, 2005] [URL 44].

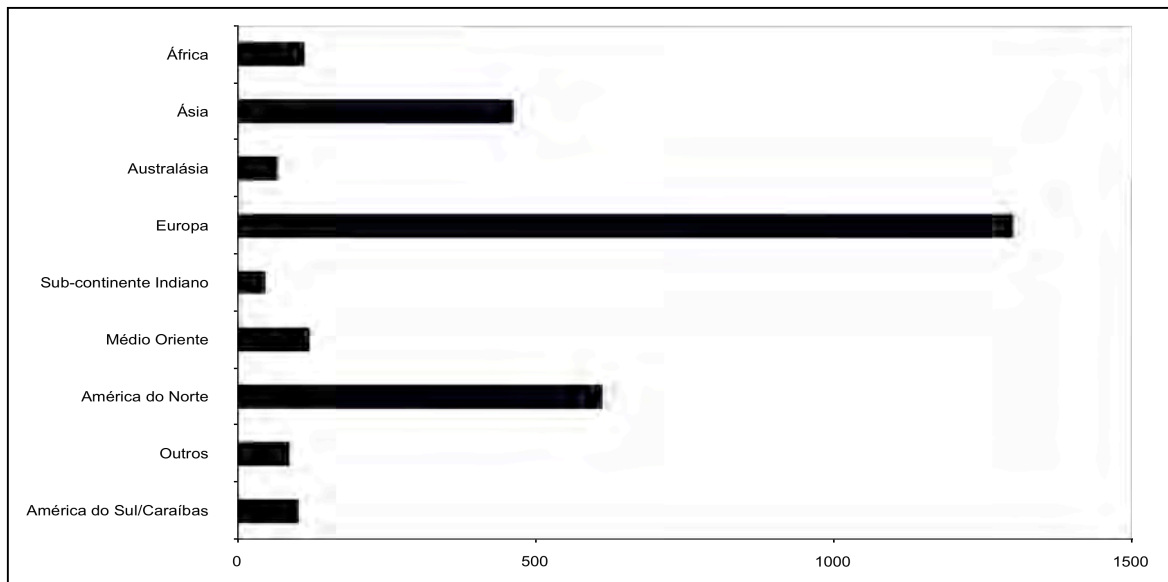


Fig. 3.3 Número de acidentes por região do mundo, em 2004 [LLOYD's MIU, 2005] [URL 44].

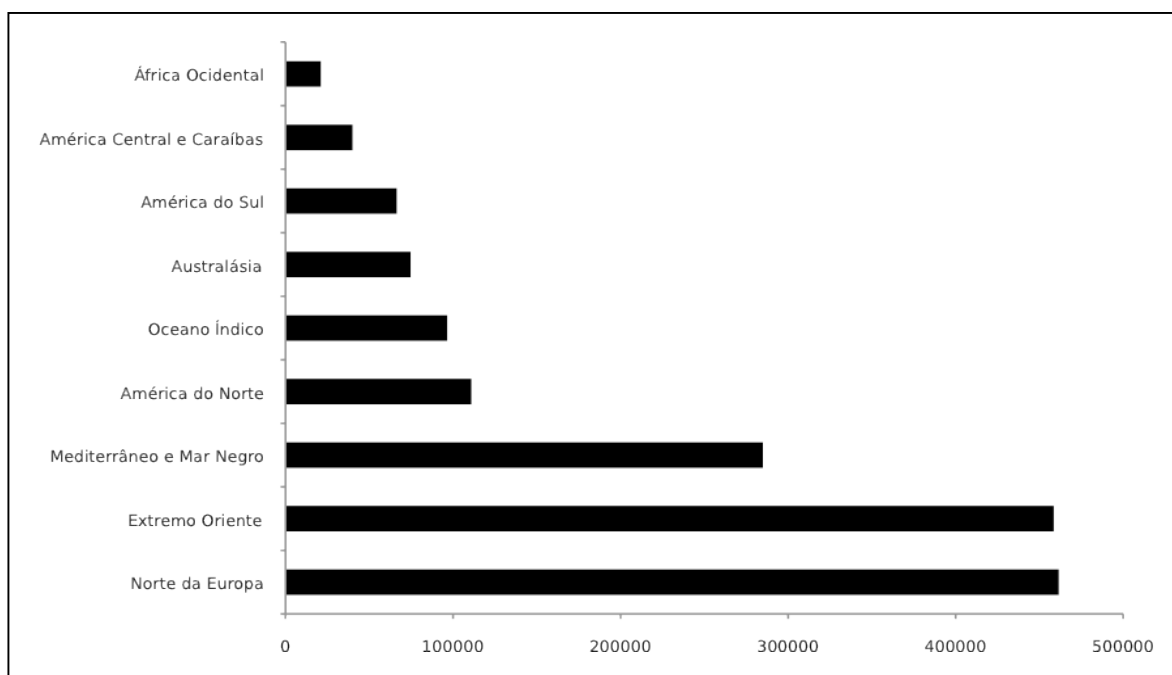


Fig. 3.4 Número de chamadas em portos de cada região do mundo, em 2004 [LLOYD's MIU, 2005] [URL 44].

Analisando as Figuras anteriores, verifica-se que, em ambas, a Europa é a região do mundo que mais se destaca.

As principais fontes de informação existentes e possíveis fontes futuras, relativas às movimentações, densidade de tráfego, rotas e distribuição geográfica são fundamentais para uma estimativa detalhada das emissões atmosféricas de poluentes. A comunicação de dados, como o indicativo de chamada, porto de partida e porto de chegada, hora de partida e hora de chegada, posição geográfica, número total de pessoas a bordo, tripulação e passageiros, quantidade e classe OMI de carga, baseia-se em terminais *Inmarsat-C*, *Alta Frequência*, *Telex*, *Telefax* e *Correio Electrónico*. O *Conjunto de Dados Compreensivos Oceano-Atmosfera* (COADS) é uma colecção extensa de observações meteorológicas marítimas superficiais feita através da *Observação Voluntária de Navios* (VOS) [URL 45], com o objectivo de obter uma boa cobertura internacional sobre o mar (ICOADS). Durante os anos de 2000 a 2002, Incluiu cerca de 7000 embarcações, das quais apenas uma pequena fracção comunicou frequentemente, representando aproximadamente 10% da frota mundial em número, das quais 26% são navios de passageiros e cargueiros, 14% de investigação e 60% não estão especificados. Compreende uma grande fracção de embarcações não cargueiros, dedicada ao tráfego marítimo nacional.

A Figura 3.5 representa a distribuição espacial das posições comunicadas durante um ano, relativamente à colecção de dados ICOADS [CORBETT *et al.*, 1999; ENDRESEN *et al.*, 2003; WANG *et al.*, 2008] [URL 25; URL 46].

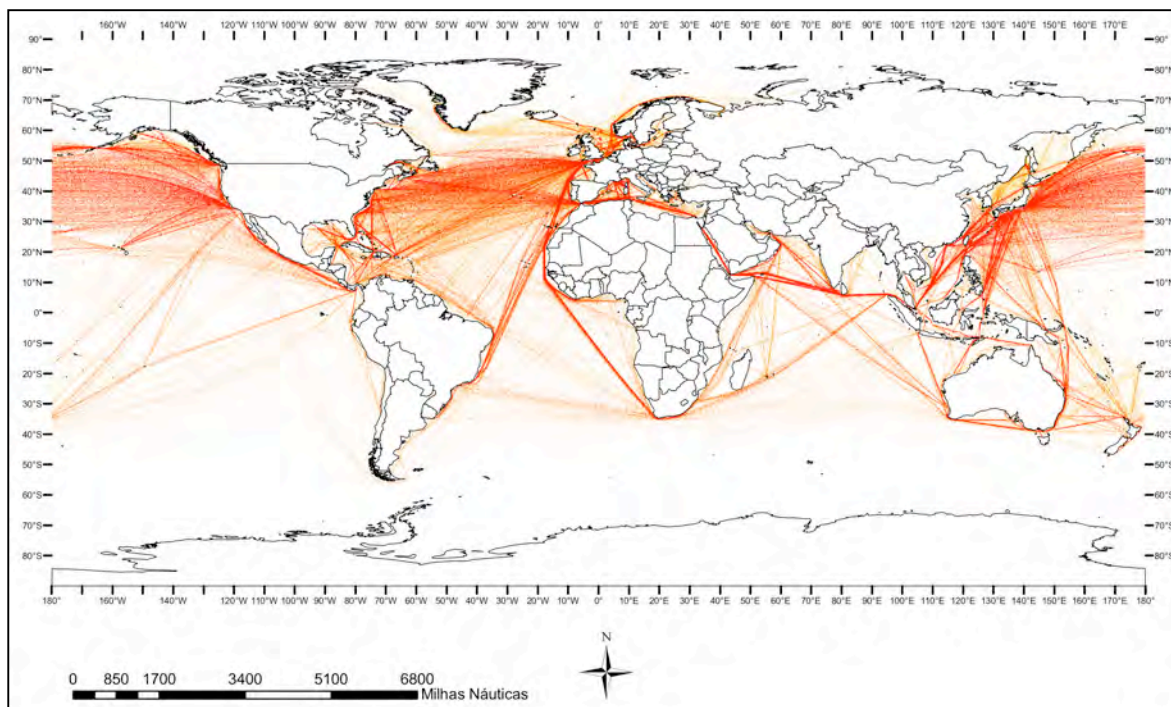


Fig. 3.5 Distribuição espacial em grelha ($0,1^\circ$ de latitude por $0,1^\circ$ de longitude) do tráfego marítimo internacional anual segundo o “proxy” ICOADS (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984) [CORBETT *et al.*, 1999] [URL 31; URL 46].

Analisando a Figura 3.5, verifica-se que, as maiores densidades de tráfego marítimo internacional, apresentadas segundo a distribuição espacial do “proxy” ICOADS, se situam entre a América do Norte, Europa e Ásia, nomeadamente no oceano Atlântico Norte e oceano Pacífico Norte.

O Sistema de Salvamento de Embarcações por Assistência Mútua Automatizada (AMVER) é confidencial e usado na localização de navios mercantes participantes, de todas as bandeiras de estado acima das 1000 TAB, em navegação marítima durante 24 horas ou mais. Representa bem a frota internacional de cargueiros com tonelagem média de 40000 TAB. Durante o ano de 2005, abrangeu 12550 embarcações de mais de 100 nações, muitas comunicando diariamente a sua posição, tipo e tamanho. Cerca de 33% são embarcações de observação meteorológica. A Figura 3.6 representa a distribuição espacial das posições comunicadas durante um ano, relativamente à colecção de dados AMVER [ENDRESEN *et al.*, 2003; WANG *et al.*, 2008] [URL 47].

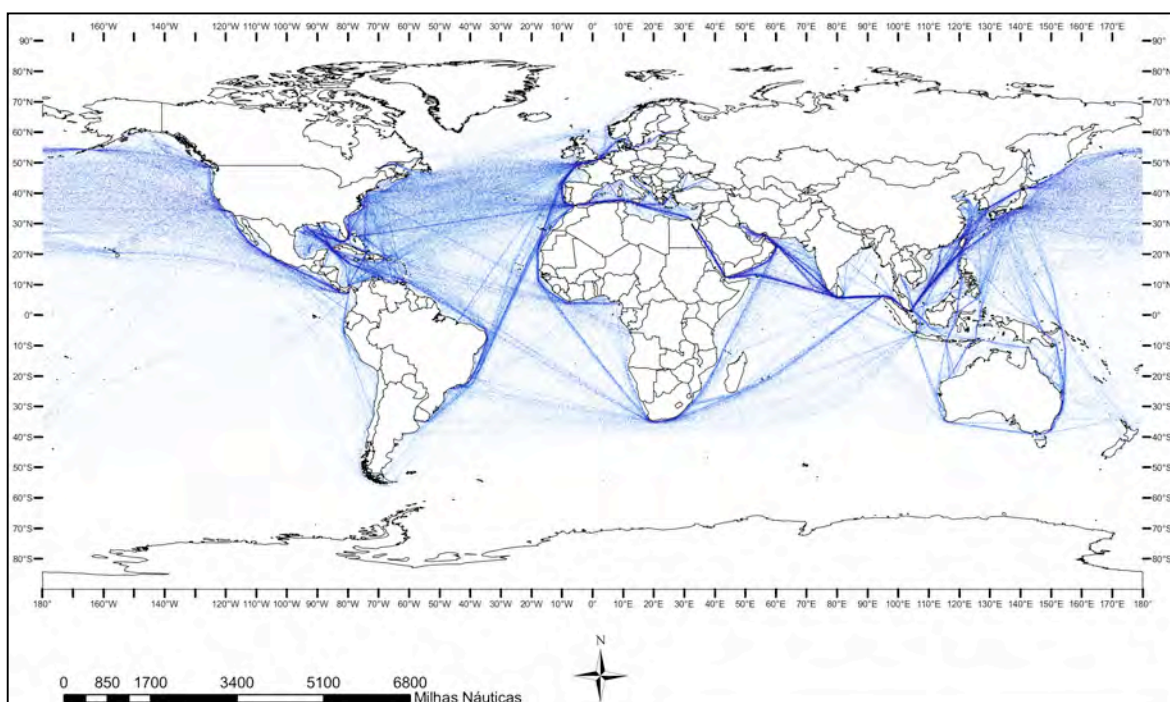


Fig. 3.6 Distribuição espacial em grelha (0,1° de latitude por 0,1° de longitude) do tráfego marítimo internacional anual segundo o “proxy” AMVER (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984) [ENDRESEN *et al.*, 2003] [URL 31; URL 47].

Tal como na Figura 3.5, a análise da Figura 3.6, permite verificar que as maiores densidades de tráfego marítimo internacional, apresentadas segundo a distribuição espacial do “proxy” AMVER, se situam entre a América do Norte, Europa e Ásia, nomeadamente no oceano Atlântico Norte e oceano Pacífico Norte.

As representações gráficas, Figuras 3.5 e 3.6, dos dois contributos dados por CORBETT *et al.* (1999) e ENDRESEN *et al.* (2003), na melhoria da distribuição espacial e movimentações do tráfego marítimo internacional, parecem corroborar com o enunciado nas Figuras 3.3 e 3.4 acerca das regiões do mundo com maior actividade marítima. Ambos os “proxy” se encontram disponíveis gratuitamente em formato ASCII e *Raster* no sítio da internet da Universidade de Delaware [URL 29]. De modo a ser possível visualizar as principais diferenças entre os dois “proxy” anteriores, ICOADS e AMVER, a sua sobreposição é representada na Figura 3.7.

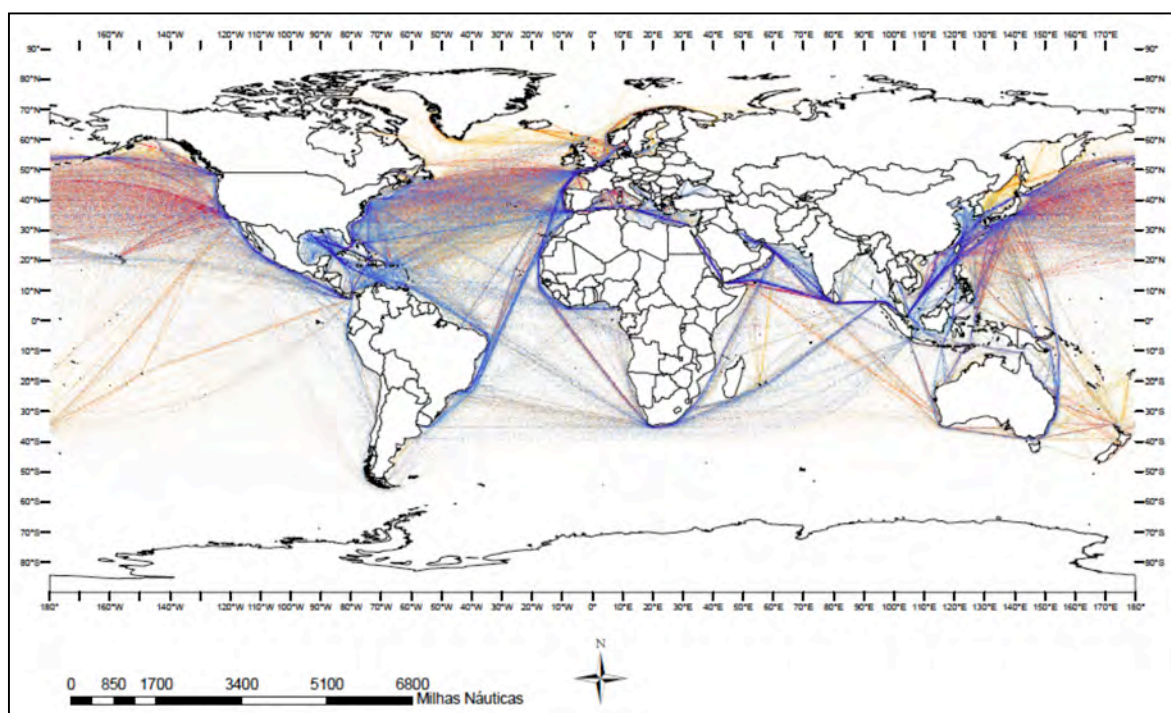


Fig. 3.7 Sobreposição dos “proxy” ICOADS e AMVER, representativa do tráfego Marítimo Internacional anual (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984) [CORBETT *et al.*, 1999; ENDRESEN *et al.*, 2003] [19; 29; 70].

Essencialmente é possível verificar que o “proxy” ICOADS, representa o tráfego marítimo de um modo mais condensado relativamente ao “proxy” AMVER, aparentando caracterizar bem as principais rotas de navegação marítima, à excepção das principais rotas de navegação no oceano pacífico. Ambos os “proxy” complementam-se e as duas distribuições, propostas por CORBETT *et al.* (1999) e ENDRESEN *et al.* (2003) podem ser combinadas, por valores médios, em um único “proxy”, que teoricamente representa melhor o tráfego marítimo internacional [WANG *et al.*, 2008]. Seguidamente, na Figura 3.8 é representado este mesmo “proxy” proposto por WANG *et al.* (2008), também disponível gratuitamente em formato ASCII e Raster no sítio da internet da Universidade de Delaware [URL 29].

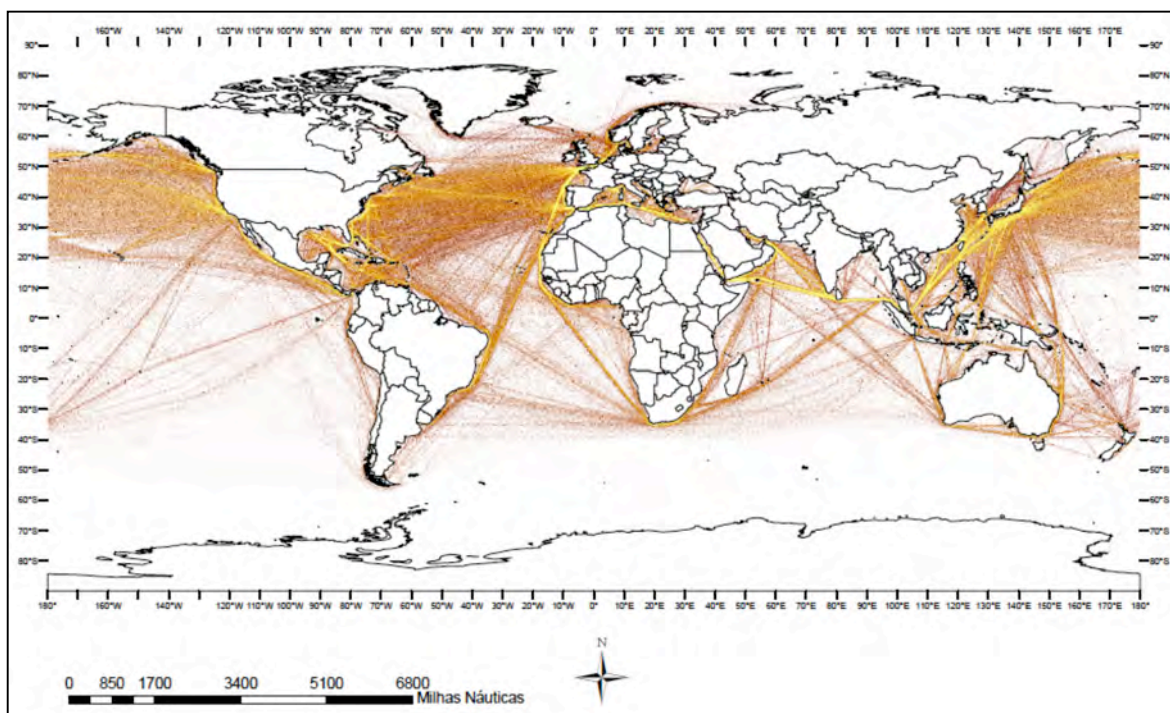


Fig. 3.8 Distribuição espacial em grelha (0,1° de latitude por 0,1° de longitude) do tráfego marítimo internacional anual, derivado da média dos “proxy” ICOADS e AMVER (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984) [WANG *et al.*, 2008] [URL 31; URL 46; URL 47].

Tal como nas Figura 3.5 e 3.6, a análise da Figura 3.8, permite verificar que as maiores densidades de tráfego marítimo internacional, apresentadas segundo a distribuição espacial média combinada dos “proxy” ICOADS e AMVER, se situam entre a América do Norte, Europa e Ásia, nomeadamente no oceano Atlântico Norte e oceano Pacífico Norte. Especificamente, é possível verificar que as áreas de maior densidade de tráfego marítimo internacional do Atlântico Norte cruzam as Águas Territoriais Portuguesas.

Adicionalmente, é possível obter informações, acerca das principais rotas marítimas nas *Publicações Thomas Reed* [URL 48] e tabelas de distâncias e movimentações na *Unidade de Inteligência Marinha da Lloyd's* [Lloyd's MIU, 2005] [URL 44]. Porém estas informações não estão facilmente acessíveis, sendo de âmbito comercial. Também o acesso a Sistemas de Informação Automática (AIS) em tempo real poderá permitir a obtenção de dados valiosos relativos às movimentações individuais, densidades de tráfego e principais rotas. Estão disponíveis algumas versões de acesso livre, mas limitado, na internet, que a título de exemplo foram representadas espacialmente na Figura 3.8 e Figura A.4.1 (Anexo 4) [URL 49; URL 50].

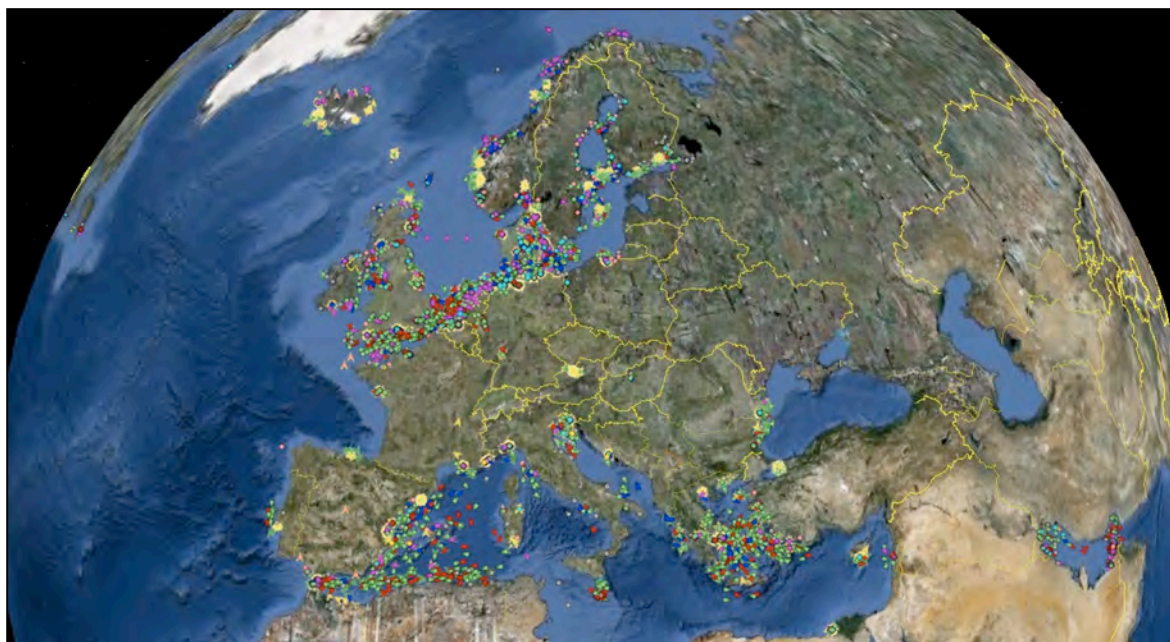


Fig. 3.9 Ampliação ao Continente Europeu da distribuição espacial das embarcações identificadas por dois AIS no dia 14/11/09 [URL 48; URL 49]. Cada ponto colorido corresponde a uma embarcação, havendo em certos casos sobreposição. (Elaborado em Google Earth) [URL 35; URL 49; URL 50].

A Figura 3.9 permite mais uma vez confirmar, desta vez em tempo real, a elevada densidade de tráfego na região da Europa, com particular relevância na Europa do Norte, especificamente Mar Báltico e Mar do Norte e Europa do Sul, especificamente no Mar Mediterrâneo e estreito de Gibraltar. É importante mencionar que esta distribuição não é inteiramente representativa pelo limitado acesso ao mesmo, sendo possível observar a comunicação de diferentes embarcações utilizando diferentes sistemas AIS. Por outro lado a representatividade é também afectada pelo limitado alcance de alguns AIS, a inexistência dos mesmos ou por não se encontrarem operacionais em determinadas localizações, sendo possível observar falhas na comunicação da posição geográfica das embarcações em movimentação, particularmente em toda a costa portuguesa, à excepção de Lisboa e ilhas. Pelas razões enunciadas não se é possível observar na Figura 3.9 qualquer embarcação em navegação no Oceano Atlântico Norte.

Por fim, ENDRESEN *et al.* (2003) apontam ainda o sistema *Purple Finder* como mais uma possível fonte, comunicando directamente com 1863 navios (excluindo pesca, guarda costeira e navios militares) e fornecendo automaticamente a sua posição geográfica [URL 51].

3.5. O Tráfego Marítimo Nacional

As Águas Territoriais Portuguesas, pela sua posição geoestratégica, são passagem obrigatória de grande parte do tráfego marítimo entre o Norte da Europa e a África, Mediterrâneo, Médio Oriente e a Ásia, concretamente cerca de 53% do comércio internacional Europeu passa em Águas Territoriais Portuguesas [URL 28]. Ao longo dos corredores portugueses de tráfego marítimo (Figura A.4.2, Anexo 4), navegam diariamente em média 200 navios, 20% dos quais são petroleiros, transportando mais de 500 *t* de mercadorias [URL 28]. No entanto, é frequente a navegação entre as 5 e as 50 *mn* da costa, fora desses mesmos corredores. Cerca de 60% do comércio internacional português baseia-se no transporte marítimo, incluindo o petróleo e cerca de 2/3 do Gás Natural Líquido (GNL) [URL 28]. Em 2005, foram movimentadas mais de 66 milhões de *t* em mercadorias, das quais 79% por tráfego internacional (70% do total de importações do país) e 21% por tráfego nacional [URL 20; URL 28]. Quanto à pesca portuguesa, do total de capturas 82% foram efectuadas dentro da ZEE [URL 16; URL 28].

Seguidamente são identificadas as principais fontes de informação existentes e possíveis fontes futuras, relativas ao tráfego marítimo nacional de Portugal, que poderão fornecer dados relativos às movimentações, principais rotas e sistemas de organização de tráfego, nem que seja por incluir na sua infra- e Info-estrutura o AIS. O *Sistema de Controlo de Tráfego Marítimo Costeiro* (VTS) português, está destinado a aumentar a informação, segurança e eficácia até às 50 *mn* desde a costa, incluindo zonas de aproximação e todo o perímetro molhado dos portos comerciais, através da vigilância, fiscalização e gestão em tempo real. A Figura 3.10 ilustra o projecto VTS.

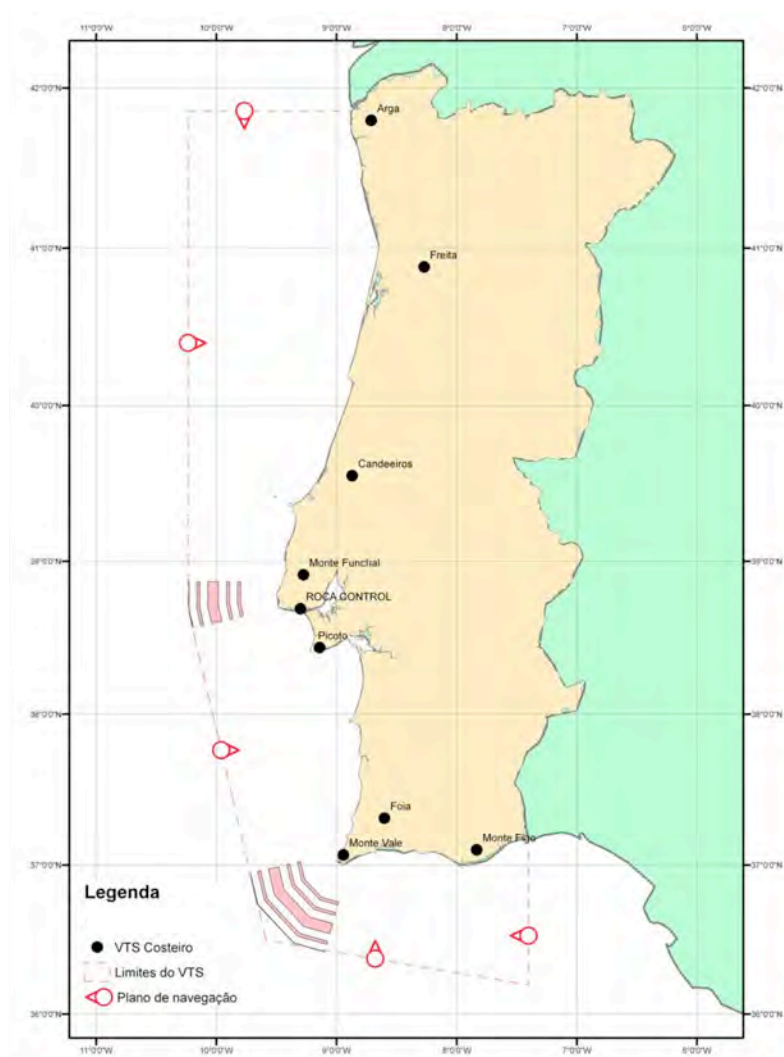


Fig. 3.10 Representação da localização geográfica da infraestrutura do projecto VTS em Portugal Continental, seus limites de alcance e plano de gestão do tráfego marítimo [URL 34].

Apesar de não representado na Figura 3.10, segundo o IPTM [URL 20], o VTS Portuário encontra-se, actualmente, operacional nos portos de Aveiro, Lisboa, Porto, Setúbal e Sines, ambicionando-se para os próximos anos a sua extensão, a outros portos. O sistema VTS é da responsabilidade das autoridades competentes de Portugal, o IPTM e a *Direcção-Geral da Autoridade Marítima*, que recebem e deveriam disponibilizar informações de acordo com o DL n.º 257/2002 [CNADS, 2001] [URL 20; URL 41; URL 52]. Aparentemente de modo separado do continente, destaca-se também o projecto conjunto nos Arquipélagos dos Açores, Madeira e Canárias, denominado por *Sistema Automático para a Navegação Marítima na Macaronésia* (MACAIS) [URL 53], da responsabilidade da *Administração dos Portos das Ilhas São Miguel e Santa Maria* (APSM) e da *Administração dos Portos da Região Autónoma da Madeira* (APRAM) [URL 23; URL 24]. A Figura 3.11 ilustra o MACAIS, em modo operacional.

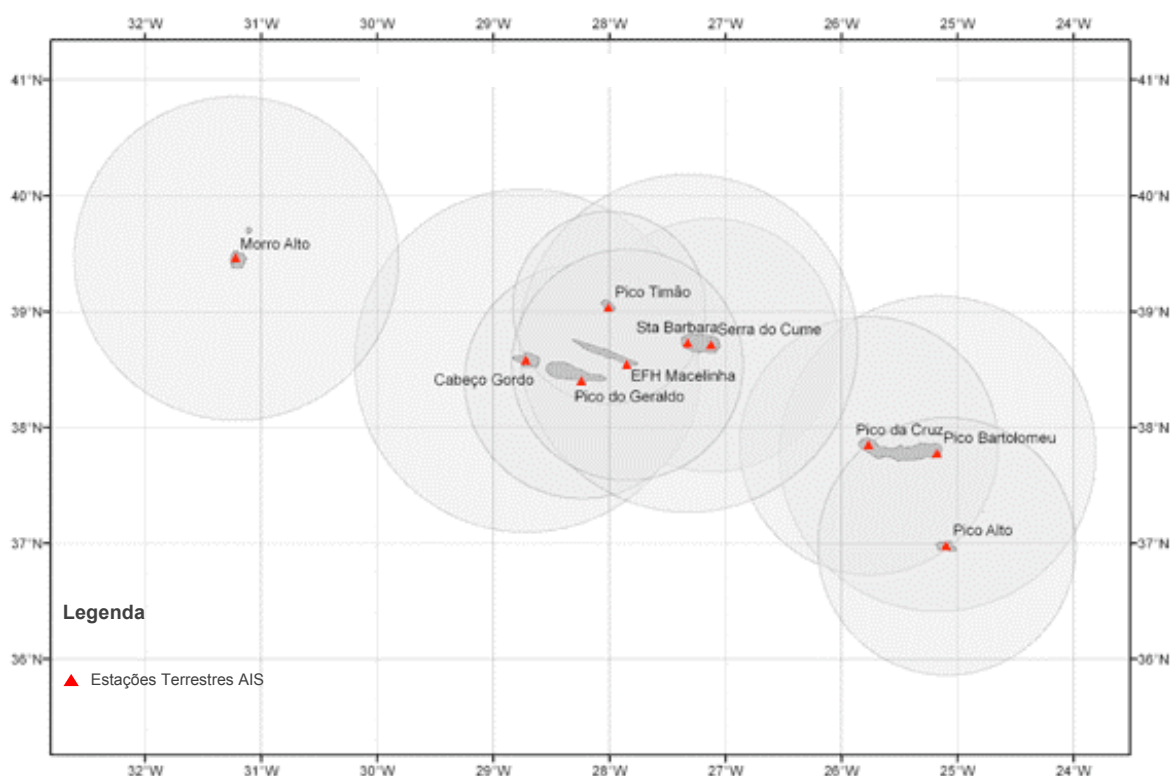


Fig. 3.11 Representação da localização geográfica da infra-estrutura do MACAIS no Arquipélago dos Açores e seus limites de alcance [URL 53].

Actualmente o MACAIS encontra-se operacional nos três Arquipélagos referidos e o seu acesso é facilmente disponibilizado mediante um requerimento às autoridades responsáveis.

Dentro do *Sistema Integrado de vigilância, Fiscalização e Controlo das Actividades da Pesca*, destaca-se o sistema de *MONitorização Contínua da Actividade de Pesca/Sistema de Monitorização de Embarcações* (MONICAP/VMS), ligado ao *Centro de Controlo e Vigilância de Pescas*, da responsabilidade da *Direcção Geral de Pescas e Aquicultura* [URL 54]. O MONICAP/VMS é referente apenas a embarcações de pesca registadas nos portos de Portugal e com determinadas dimensões.

Outras possíveis fontes de informação incluem as estatísticas portuárias, a *Base de Dados Nacional de Navegação Marítima*, o *Registo de Dados de Viagem* de cada embarcação, o *Comando Naval* (Marinha), a *Força Aérea* e a *Brigada Fiscal da Guarda Nacional Republicana*.

Capítulo 4. Emissões Atmosféricas de Embarcações

O cálculo das emissões atmosféricas de embarcações em Águas Territoriais Portuguesas baseou-se na metodologia de inventário de emissões atmosféricas. Este, consiste na listagem da quantidade de poluentes atmosféricos emitidos, por diversas fontes, numa dada área geográfica e num dado período de tempo. Fornece informação base, essencial para a gestão da qualidade do ar e verificação do cumprimento de requisitos legais e acordos ambientais multilaterais. Proporciona também dados para o estudo da poluição atmosférica como fenómeno transfronteiriço, para a aplicação de modelos numéricos de qualidade do ar e para a avaliação de impactes e políticas, quantificando e projectando tendências, evidenciando contribuições relativas e estabelecendo relações causa-efeito e fundamentando decisões. Neste sentido, os inventários devem ser realistas, coerentes e rigorosos. Na Tabela 4.1 listam-se os factores determinantes na elaboração de um bom inventário.

Tab. 4.1 Adaptação dos factores determinantes de qualidade, rigor e utilidade [BORREGO, 1995].

- | |
|--|
| 1. Factores de emissão |
| 2. Suposições e aproximações |
| 3. Dados particulares e/ou exteriores |
| 4. Elevada exigência de desagregação |
| 5. Estimativa com base em medições em contínuo |
| 6. Estimativa das incertezas |

De notar que, muitas vezes, a conformidade de um inventário com os factores apresentados na Tabela 4.1 torna-se complexa, pelas dificuldades e condicionalismos que surgem durante a sua execução.

Distinguem-se geralmente dois tipos de abordagens metodológicas para o cálculo das emissões atmosféricas de poluentes, designadamente a “*top-down*” e a “*bottom-up*”. A abordagem “*top-down*” baseia-se em dados macroscópicos exteriores ao objecto de estudo (por exemplo as estatísticas relativas à venda de bancas marítimas), para chegar à estimativa particular pretendida. Inversamente, a abordagem “*bottom-up*” recorre a dados particulares recolhidos do objecto de estudo (por exemplo as especificações de cada embarcação), para posteriormente chegar a uma estimativa macroscópica para todo um conjunto de fontes semelhantes. O diferente nível de detalhe dos dados conseguidos, implica uma selecção e aplicação da abordagem metodológica caso a caso.

Para grande parte da actividade hidroviária, especialmente no caso particular da actividade marítima, a emissão de poluentes atmosféricos é consumada em três fases distintas, seguindo o processo representado pela Figura 4.1.

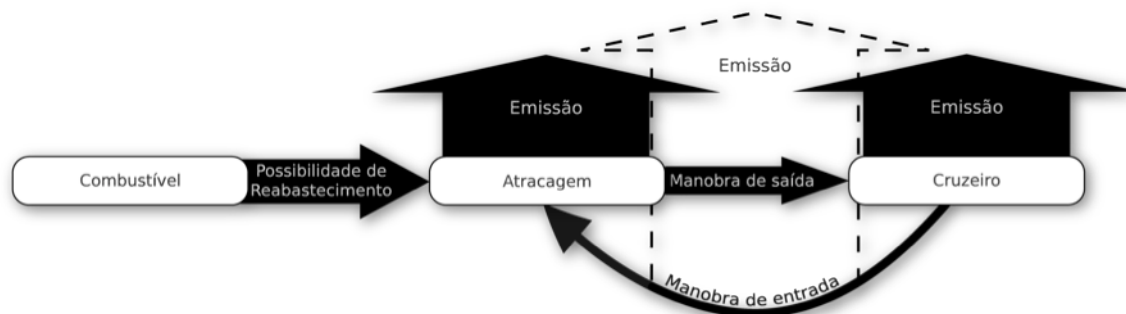


Fig. 4.1 Diagrama representativo do processo associado à emissão de poluentes atmosféricos de embarcações [EEA, 2009] [URL 6].

O diagrama pode ser entendido como um ciclo que se estabelece entre portos, onde eventualmente numa das estadas existirá um reabastecimento de combustível. A cada fase representada correspondem diferentes CC e diferentes emissões de poluentes atmosféricos.

4.1. Métodos para a Estimativa das Emissões Atmosféricas de Embarcações

Segundo os últimos desenvolvimentos no cálculo de emissões atmosféricas associadas a processos de combustão a bordo de embarcações [TROZZI & VACCARO, 1998; CORBETT *et al.*, 1999; ENDRESEN *et al.*, 2003; CORBETT & KOHLER, 2003; WINTHER, 2008a; EEA, 2009], distinguem-se três níveis metodológicos complementares. O primeiro nível metodológico (*Tier 1* na literatura) corresponde à abordagem “*top-down*” e recorre à aplicação da Equação 1, para calcular a emissão atmosférica do poluente (α), baseando-se na venda de bancas marítimas.

$$E_{\alpha} = \sum_{\eta}^n (CC_{\eta} \cdot FE_{\alpha, \eta}) \quad (\text{Eq. 1})$$

O Factor de Emissão (FE) utilizado na Equação anterior apenas depende do tipo de combustível consumido (η), cuja quantidade é CC_{η} .

O segundo nível metodológico (*Tier 2* na literatura), que corresponde ao meio termo entre a abordagem “*bottom-up*” e “*top-down*”, permite a estimativa da emissão atmosférica do poluente (α) pela utilização da Equação 2:

$$E_{\alpha} = \sum_{\eta} \left[\sum_{\delta} (CC_{\eta,\delta} \cdot FE_{\alpha,\delta,\eta}) \right] \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde o FE depende não apenas do tipo combustível consumido (η), mas também do tipo de motor (δ). Neste caso a quantidade de combustível consumido é $CC_{\eta,\delta}$.

O terceiro nível metodológico (*Tier 3* na literatura), corresponde à abordagem “*bottom-up*”, baseando-se nas especificações da embarcação e é por vezes designado como metodologia detalhada ou do movimento. A estimativa, segundo este nível metodológico, recorre à aplicação da Equação 3 a uma embarcação (β), durante as fases de operação (γ), onde variam condições e tempo de operação: cruzeiro, manobra ou atracagem (Figura 4.1).

$$E_{\alpha,\beta,\gamma,\delta,\varepsilon,\eta} = P_{\delta,\varepsilon} \cdot FC_{\beta,\gamma} \cdot \tau_{\beta,\gamma} \cdot FE_{\alpha,\delta,\varepsilon} \cdot FT \cdot 10^{-6} \quad (\text{Eq. 3})$$

Onde $E_{\alpha,\beta,\gamma,\delta,\varepsilon,\eta}$ corresponde à emissão atmosférica de poluente (α), para a embarcação (β), durante a fase de operação (γ), com motor (δ) de determinada idade (ε) e utilizando um determinado tipo de combustível (η), em t/ano ; $P_{\delta,\varepsilon}$ corresponde à potência final do motor (δ) com determinada idade (ε), em kW ; $FC_{\beta,\gamma}$ corresponde ao factor de carga em % *TMC*, para a embarcação (β), numa determinada fase de operação (γ); $\tau_{\beta,\gamma}$ corresponde ao tempo de operação da embarcação (β), numa determinada fase de operação (γ), em h/ano ; $FE_{\alpha,\delta,\varepsilon}$ corresponde ao FE e FT corresponde ao Factor Tecnológico em actividade, dado em % redução. A Equação 3 pode ser apresentada simplificada através da Equação 4:

$$E_{\alpha,\beta,\gamma,\delta,\varepsilon,\eta} = CC_{\eta,\beta,\gamma,\delta,\varepsilon} \cdot FE_{\alpha,\delta,\varepsilon,\eta} \cdot FT \cdot 10^{-6} \quad (\text{Eq. 4})$$

Onde $FE_{\alpha,\delta,\varepsilon,\eta}$ corresponde ao FE definido como a quantidade de poluente atmosférico (α) emitida, pelo motor (δ) com determinada idade (ε) e utilizando um determinado tipo de combustível (η), em g/kWh ou kg/t banca marítima. A simplificação é possível pois o CC (η) para uma embarcação (β) pode ser obtido, segundo CORBETT *et al.* (1999), por aplicação da Equação 5:

$$CC_{\eta,\beta,\gamma,\delta,\varepsilon} = P_{\delta,\varepsilon} \cdot FC_{\beta,\gamma} \cdot \tau_{\beta,\gamma} \cdot CEC_{\eta,\delta,\varepsilon} \cdot FT \cdot 10^{-6} \quad (\text{Eq. 5})$$

Onde $CC_{\eta,\beta,\gamma,\delta,\varepsilon}$ corresponde ao CC (η) pelo motor (δ) com idade (ε) da embarcação (β) na fase de operação (γ), em t/ano ; $CEC_{\eta,\delta,\varepsilon}$ corresponde ao CEC (η) do motor (δ).

Ainda neste nível metodológico, as emissões atmosféricas totais da embarcação (β) para o poluente (α), $E_{\alpha,\beta,\gamma}$ são obtidas pelo somatório das emissões atmosféricas de todos os motores (δ), em cada fase de operação (γ), $E_{\alpha,\beta,\gamma,\delta,\varepsilon,\eta}$, aplicando a Equação 6:

$$E_{\alpha,\beta,\gamma} = \sum_{\delta} (E_{\alpha,\beta,\gamma,\delta,\varepsilon,\eta}) \quad (\text{Eq. 6})$$

Onde, n representa o nº de motores em questão. Para obter a estimativa das emissões atmosféricas para o poluente (α), totais e anuais da embarcação durante todas as fases de operação (γ), $E_{\alpha,\beta}$, aplica-se a Equação 7:

$$E_{\alpha,\beta} = E_{\alpha,\beta,cruzeiro} + E_{\alpha,\beta,manobra} + E_{\alpha,\beta,atraca\grave{c}em} \quad (\text{Eq. 7})$$

Onde, $E_{\alpha,\beta,atraca\grave{c}em}$, $E_{\alpha,\beta,cruzeiro}$ e $E_{\alpha,\beta,manobra}$ representam as emissões atmosféricas para o poluente (α), totais e anuais da embarcação durante cada fase de operação (γ). Por fim, para a estimativa das emissões atmosféricas totais para as embarcações, será conveniente adicionar as emissões atmosféricas provenientes do(s) incinerador(es) a bordo de cada embarcação para um determinado poluente (α), E_{α} , e então proceder ao somatório, como indica a Equação 8:

$$E_{\alpha} = \sum_{\beta}^n \left(E_{\alpha,\beta} + \sum_i^n E_{inc,i} \right) \quad (\text{Eq. 8})$$

Onde, $E_{inc,i}$ representa as emissões atmosféricas do incinerador (i) a bordo. De um modo geral, os FE provêm de medições *in situ* ou são determinados em ensaios laboratoriais em condições padrão. A importância da sua selecção, reflecte-se na metodologia a seguir para se chegar à estimativa da emissão atmosférica de poluentes. O FE define-se como a quantidade de poluente atmosférico (α) emitida pelo motor (δ) com determinada idade (ϵ), podendo ser dado em g/kWh ou kg/t banca marítima, conforme a adequabilidade à aplicação. A relação entre FE com diferentes unidades é estabelecida, segundo EYRING *et al.* (2005), com o CEC , dado em t banca marítima/ kWh , pela Equação 9:

$$FE \left(\frac{g(\alpha)}{t(\eta)} \right) = \frac{FE \left(\frac{g(\alpha)}{kWh(\delta)} \right)}{CEC \left(\frac{t(\eta)}{kWh(\delta)} \right)} \quad (\text{Eq. 9})$$

Apresentam-se no Anexo 5 (Tabelas A.5.1 a A.5.10) os FE encontrados, relativos ao cálculo de emissões atmosféricas associadas a processos de combustão a bordo de embarcações [TROZZI & VACCARO, 1998; CORBETT *et al.*, 1999; CORBETT & KOHLER, 2003; ENDRESEN *et al.*, 2003; WINTHER, 2008a; EEA, 2009].

Outras Relações:

Ainda no âmbito da estimativa das emissões atmosféricas, são distinguidas outras relações potencialmente importantes, nomeadamente o $CC_{\eta,\delta}$ médio, utilizado para desagregar dados de CC total por determinadas fracções de embarcações com diferentes especificações (Equação 10).

$$CC_{\eta,\delta} = CC_{\eta} \cdot N \cdot n_{\delta,\eta} \quad (\text{Eq. 10})$$

Onde, N representa o número total de embarcações e $n_{\delta,\eta}$ a fracção de embarcações com um determinado tipo de motor (δ) que utiliza um determinado tipo de combustível (η). A fracção $n_{\delta,\eta}$, que distribui a frota por determinados tipos de especificações, é dada pela Equação 11:

$$n_{\delta,\eta} = \frac{D_{\delta,\eta}}{D_{total}} \quad (\text{Eq. 11})$$

Onde, D_{total} corresponde à AB total das embarcações e $D_{\delta,\eta}$ à AB total de embarcações utilizando um determinado tipo de motor (δ) e de combustível (η) [ENDRESEN *et al.*, 2007]. Por fim, o número médio de dias em navegação, τ_β , pode ser obtido por estimativa de acordo com a Equação 12:

$$\tau_\beta = \left(\frac{1+l}{N}\right) \cdot \left(\frac{1}{v}\right) \cdot \left(\frac{c}{d \cdot u}\right) \quad (\text{Eq. 12})$$

Onde, l representa o factor de águas de lastro, dado pela fracção entre o número de dias com águas de lastro relativamente ao número de dias em navegação, v representa a velocidade média das embarcações na frota, dado em *mn/ano*, c representa o transporte total anual, dado em *t/ano*, d representa o Porte Bruto, dado em *TPB* e u representa a utilização média de Porte Bruto das embarcações na frota [ENDRESEN *et al.*, 2007]. Contudo esta Equação é apenas aplicável à categoria de embarcações: Cargueiros.

4.2. Distribuição Espacial das Emissões

A distribuição espacial em grelha das emissões atmosféricas de poluentes é importante, não só pelo facto de proporcionar uma melhor percepção da localização das emissões, como também por permitir a aplicação de modelos numéricos de qualidade do ar numa determinada área. No caso específico das embarcações é necessário ter disponíveis dados relativos às suas movimentações, em número de posições comunicadas por célula, como é o caso dos “*proxy*” obtidos através dos conjuntos de dados ICOADS, AMVER ou conjugação de ambos, e dados relativos à estimativa das emissões atmosféricas de poluentes. A distribuição espacial das emissões pode então ser obtida de acordo com a Equação 13:

$$E_{\alpha,j} = \frac{E_\alpha \cdot N_j}{N} \quad (\text{Eq. 13})$$

Onde, $E_{\alpha,j}$ representa a emissão atmosférica do poluente (α) numa célula geográfica (j) e N_j representa o número de embarcações observadas ou tonelagem acumulada na célula (j) [ENDRESEN *et al.*, 2003; EYRING *et al.*, 2005; WANG *et al.*, 2008].

Capítulo 5. Estimativa das Emissões Atmosféricas de Embarcações

O cálculo das emissões atmosféricas das embarcações em Águas Territoriais Portuguesas para o período de 2006 e 2007, inclui o tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal, através da aplicação do nível metodológico Tier 1 e Tier 3, e o tráfego hidroviário que cruza as Águas Territoriais Portuguesas sem paragem, através da aplicação do nível metodológico Tier 2. Excluem-se as emissões atmosféricas relativas à Incineração a bordo, fugitivas e por evaporação, devido à ausência de dados para o seu cálculo. Procedeu-se também à estimativa detalhada das emissões duma embarcação específica.

5.1. Nível Metodológico Tier 1

Neste subcapítulo é utilizado o nível metodológico Tier 1 [EEA, 2009], caracterizado pela abordagem “*top-down*”, para estimar as emissões atmosféricas de poluentes do tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal, para os anos de 2006 e 2007. Foram utilizadas estatísticas de vendas de bancas marítimas, por categoria de embarcação, por subárea das Águas Territoriais Portuguesas, por tipo de combustível e diferenciadamente para embarcações nacionais ou internacionais. Estas estatísticas foram disponibilizadas pela *Direcção Geral de Energia e Geologia* (DGEG) e encontram-se no Anexo 2 (páginas XII a XIV). Em adição, foram disponibilizados dados confidenciais, fornecidos pela *Marinha Portuguesa*, relativamente ao CC da frota militar portuguesa, durante 2006 e 2007. Por fim, foram retirados dados estatísticos, referentes a 2006 e 2007, do sítio na internet da DGEG (relativos ao mercado de bancas dentro do balanço energético de Portugal), subdivididos por tipo de combustível e foram retirados dados estatísticos do sítio na internet da *Agência Portuguesa do Ambiente* (vendas totais de bancas marítimas depois da sua calibração “*top-down*”), mais especificamente do *Inventário Nacional de Emissões por fontes e Remoção por Sumidouros de Poluição Atmosférica* (INERPA) [URL 4], subdivididos por tipo de combustível e em vendas a embarcações nacionais ou internacionais.

Da totalidade de dados obtida foi possível calcular as percentagens anuais de distribuição de combustível residual por diferentes teores de enxofre reportados. Em 2006, 1% do combustível residual apresentava um teor de 1% S e 99% do combustível residual apresentava um teor de 3,5% S. Em 2007, 2% do combustível residual

apresentava um teor de 1% S e 98% do combustível residual apresentava um teor de 3,5% S. No caso do gasóleo foi assumido um teor médio de enxofre de 0,15% S, com base nos requisitos comunitários apresentados na Tabela 2.3.

No processo de cálculo foi utilizada a Equação 1, seguindo o esquema representado na Figura 5.1, partindo do pressuposto que as vendas de combustíveis representam o combustível que é consumido durante a navegação.

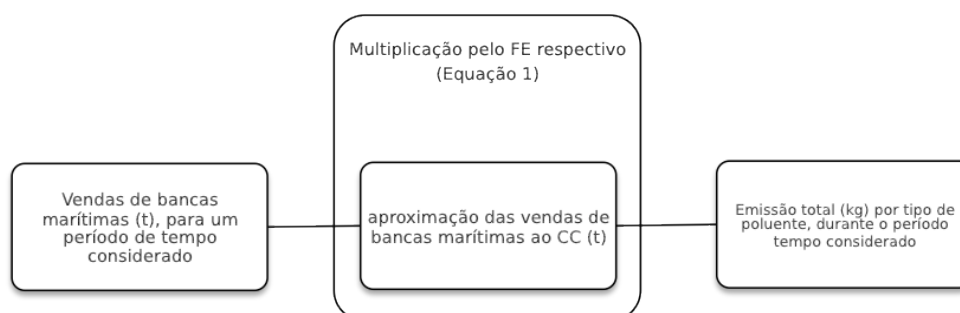


Fig. 5.1 Diagrama representativo do processo de estimativa das emissões de poluentes atmosféricos, segundo o nível metodológico Tier 1.

As emissões totais para cada poluente atmosférico foram calculadas segundo as desagregações disponíveis nos dados, resumidas nas Tabelas A.6.1 e A.6.2 (Anexo 6), para os anos de 2006 e 2007 e com base nos *FE* das Tabelas A.5.1, A.5.6, A.5.7 e A.5.10. Na Tabela 5.1 são apresentadas as emissões por subárea, para cada poluente atmosférico considerado.

Tab. 5.1 Estimativa das emissões, para diferentes poluentes atmosféricos, relativas ao tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal, durante os anos de 2006 e 2007, por subárea.

Poluente Atmosférico	Emissões Atmosféricas (t), em 2006			Emissões Atmosféricas (t), em 2007		
	Subárea			Subárea		
	Portugal Continental	Madeira	Açores	Portugal Continental	Madeira	Açores
<i>CO₂</i>	1752933	56350	93174	1814341	54298	78724
<i>NO_x</i>	40135	1282	2110	41552	1238	1789
<i>CO</i>	4125	132	217	4271	127	184
<i>SO_x</i>	301	10	16	312	9	13
<i>COVNM</i>	1338	43	70	1385	41	60
<i>CH₄</i>	167	5	9	173	5	7
<i>COV</i>	1505	48	79	1558	46	67
<i>PM</i>	486	16	26	503	15	22

Os resultados apontam para uma maior quantidade de poluentes emitida para a atmosfera na subárea de Portugal Continental, seguida dos Açores e por fim da Madeira. Por outro lado, verifica-se um aumento da quantidade de poluentes emitida para a atmosfera na subárea de Portugal Continental de 2006 para 2007 e um decréscimo para as restantes subáreas.

As emissões para cada poluente atmosférico, foram também obtidas, com base na desagregação por tipo de combustível e categoria de embarcação, para tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal, durante os anos de 2006 e 2007. Após o cálculo das emissões utilizando os diferentes dados disponíveis e com base nos vários *FE* (Anexo 5, Tabelas A.5.1 a A.5.10), distinguíram-se as estimativas mais baixas assumidas como limite inferior e as mais elevadas assumidas como limite superior (Anexo 6, Tabela A.6.3). No caso concreto das estimativas com base nos dados da *Marinha Portuguesa* (Anexo 6, Tabela A.6.4), *CC* na base e a navegar, estas foram integradas nas estimativas com base nos dados da *DGEG* (Anexo 6, Tabelas A.6.4 e A.6.5), após a subtracção prévia das estimativas referentes à categoria “armada”. Na Tabela 5.2 são apresentadas as estimativas das emissões, provenientes do uso de fuelóleo residual e gasóleo naval, pelo tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal em cada ano, obtidas pela soma dos respectivos limites.

Tab. 5.2 Análise das estimativas obtidas para o total de emissões de diferentes poluentes atmosféricos, relativas ao tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal, durante os anos de 2006 e 2007.

Poluente Atmosférico	Emissão Atmosférica (t), em 2006		Emissão Atmosférica (t), em 2007	
	Limite Inferior	Limite Superior	Limite Inferior	Limite Superior
<i>CO₂</i>	1912174	2182031	1912174	2182031
<i>NO_x</i>	43855	49946	43855	49946
<i>CO</i>	4508	5133	4508	5133
<i>SO_x</i>	136	352	136	352
<i>COVNM</i>	1462	1665	1462	1665
<i>CH₄</i>	183	208	183	208
<i>COV</i>	1645	1873	1645	1873
<i>PM</i>	525	604	525	604

Constata-se que os resultados obtidos sofrem influência da diferença expressiva entre dados e *FE* seleccionados para um mesmo poluente. Em determinados casos, chega a ser possível constatar também que, a existência de diferenças na estimativa de emissões atmosféricas de poluentes ultrapassa o dobro do limite inferior obtido. Tal aparenta ser indicativo de uma baixa exactidão, que se traduz numa incerteza elevada no processo de cálculo. Constata-se também que, as emissões provenientes do *CC* do tipo fuelóleo residual são mais elevadas do que as provenientes do *CC* do tipo gasóleo naval pelo tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal em cada ano (Anexo 6, Tabelas A.6.1 a A.6.4).

5.2. Nível Metodológico Tier 2

A análise do trabalho desenvolvido por WANG *et al.* (2008), permitiu a contagem do tráfego hidroviário que cruza as Águas Territoriais Portuguesas sem paragem, por subárea. Esta análise foi conseguida pela disponibilidade do “*proxy*” do tráfego internacional em formato ASCII, das camadas georeferenciadas das Águas Territoriais Portuguesas por subárea [URL 34] e pela obtenção de uma licença temporária (ano lectivo de 2008/09) para utilização do *Sistema de Informação Geográfico* ArcGIS 9.3 mais extensões (edição para estudantes) [URL 31]. Resumidamente, o procedimento para a obtenção dos resultados iniciou-se com a harmonização no ArcCatalog dos sistemas coordenados (GCS WGS 1984) e dos dados (D WGS 1984), em cada camada a ser utilizada. Seguidamente, no ArcMap, obteve-se a projecção do “*proxy*” relativo ao tráfego marítimo internacional (ArcToolbox>Conversion Tools>to Raster> ASCII to Raster), com a preocupação de utilizar o mesmo sistema coordenado e converter em *Integer*. Sobrepuseram-se as camadas pela ordem correcta (Anexo 6, Figuras A.6.1 a A.6.3), ou seja as Águas Territoriais Portuguesas por cima do *Raster* convertido e extraíram-se os dados pretendidos (ArcToolbox>Spatial Analyst Tools>Extraction>Extract by Mask), contidos nas tabelas de atributos. As contagens globais do tráfego hidroviário e totais do mesmo em cada subárea das Águas Territoriais Portuguesas, foi então obtida através do somatório da multiplicação dos valores por célula pelo número de células. Com estes dados foi possível determinar a percentagem de tráfego relativa a cada subárea, dividindo a contagem total do tráfego em cada subárea pela contagem global do tráfego. Para calcular as emissões atmosféricas de poluentes do tráfego hidroviário que cruza as Águas Territoriais Portuguesas sem paragem, foi utilizada a Equação 2, que corresponde ao nível metodológico Tier 2, meio termo entre a abordagem “*bottom-up*” e “*top-down*”. Na Figura 5.2 é apresentado o processo de estimativa das emissões atmosféricas, com base no CC da frota mundial (excluindo a frota de pesca e militar) (Tabela 1.1).

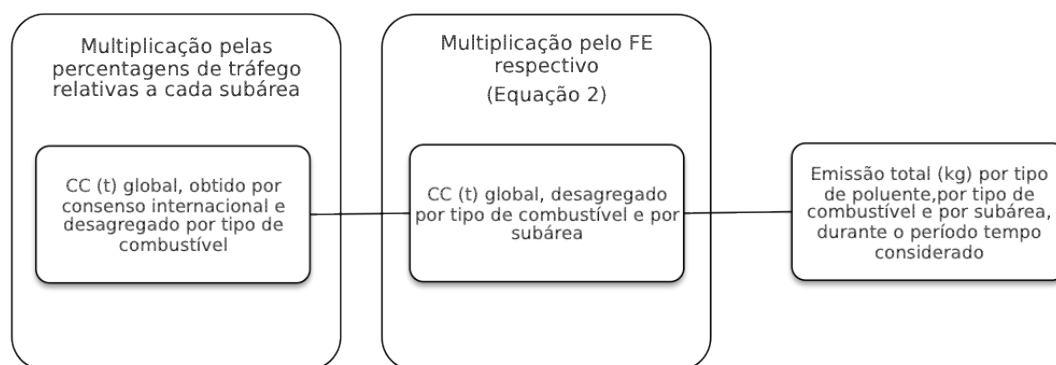


Fig. 5.2 Diagrama representativo do processo de estimativa das emissões de poluentes atmosféricos, segundo o nível metodológico Tier 2.

As emissões totais para cada poluente atmosférico foram calculadas segundo as desagregações disponíveis nos dados, para os anos de 2006 e 2007, e com base nos *FE* das Tabelas A.5.1, A.5.6, A.5.7 e A.5.10 (Anexo 5). Na Tabela 5.3, são apresentadas as emissões totais por subárea, para cada poluente atmosférico considerado.

Tab. 5.3 Estimativa das emissões, para diferentes poluentes atmosféricos, relativas aos totais nacionais para o tráfego hidroviário que cruza as Águas Territoriais Portuguesas sem paragem, durante os anos de 2006 e 2007, por subárea.

Poluente	Emissões Atmosféricas (t), em 2006			Emissões Atmosféricas (t), em 2007		
	Subárea			Subárea		
	Portugal Continental	Madeira	Açores	Portugal Continental	Madeira	Açores
<i>CO₂</i>	12259905	4226947	7094990	12719077	4385259	7360720
<i>NO_x</i>	277920	95821	160837	288329	99410	166861
<i>CO</i>	28564	9848	16530	29634	10217	17150
<i>SO_x</i>	2084	26617	1206	2162	27614	1251
<i>COVNM</i>	9264	3194	5361	9611	3314	5562
<i>CH₄</i>	1158	399	670	1201	414	695
<i>COV</i>	10422	3593	6031	10812	3728	6257
<i>PM</i>	3363	1160	1946	3489	1203	2019

Os resultados apontam para uma maior quantidade de poluentes emitida para a atmosfera na subárea de Portugal Continental, seguida dos Açores e por fim da Madeira. Por outro lado, de um modo geral, verifica-se um aumento da quantidade de poluentes emitida para a atmosfera em Águas Territoriais Portuguesas de 2006 para 2007. É também possível verificar que os resultados obtidos na tabela anterior, diferem dos totais obtidos com base na desagregação por subárea para o tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal (Tabela 5.1). Para uma comparação mais detalhada, no Anexo 6 (Tabelas A.6.7 a A.6.8), apresentam-se os resultados desagregados por tipo de combustível, de onde se constata que, as emissões provenientes do *CC* do tipo fuelóleo residual são mais elevadas do que as provenientes do *CC* do tipo gasóleo naval.

5.3. Nível Metodológico Tier 3

Neste subcapítulo é utilizado o nível metodológico Tier 3, caracterizado pela abordagem “*bottom-up*”, para estimar as emissões atmosféricas de poluentes do tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal, para os anos de 2006 e 2007. Foram obtidas as chamadas efectuadas por embarcações a cada um dos principais portos de Portugal, cujos dados estão disponíveis no INERPA [URL 4]. Esta informação foi complementada com dados estatísticos requisitados e disponibilizados pela APRAM [URL 24] e pela APSM [URL 23]. Assim, para a subárea dos Açores foram adicionados dados relativos às chamadas efectuadas por

embarcações ao Porto da Vila do Porto, pela relevância não apenas em termos do número de chamadas, mas também pelas movimentações relativamente à actividade hidroviária em Águas Territoriais Portuguesas. O conjunto de embarcações contadas no Porto da Vila do Porto, com AB média acima das 1700 TAB, despendeu em média cerca de 10 h em cada viagem. A Tabela 5.4 representa as contagens obtidas e ajustadas de embarcações de diferentes categorias em diferentes tipos de navegação (Figura 3.1), por subárea.

Tab. 5.4 Contagens ajustadas das chamadas aos principais portos de cada subárea das águas territoriais portuguesas [URL 4; URL 23; URL 24].

Subárea	Portos	Chamadas	
		2006	2007
Portugal Continental	Aveiro	1002	977
	Faro	27	23
	Figueira da Foz	271	271
	Leixões	2814	2813
	Lisboa	3474	3475
	Portimão	29	15
	Setúbal	1516	1439
	Sines	1321	1518
	Viana do Castelo	220	226
	Subtotal	10674	10757
Madeira	Canical	76	76
	Funchal	1063	1063
	Porto Santo	400	400
	Subtotal	1539	1539
Açores	Ponta Delgada	1086	1080
	Vila do Porto	204	1229
	Subtotal	1290	2309
Total		13433	14519

Com base na distribuição da frota portuguesa por categoria (Figura 5.3), disponibilizada no INERPA [URL 4], diferenciaram-se as chamadas por categoria, por subárea e por ano, multiplicando o total de cada subárea pelas várias percentagens.

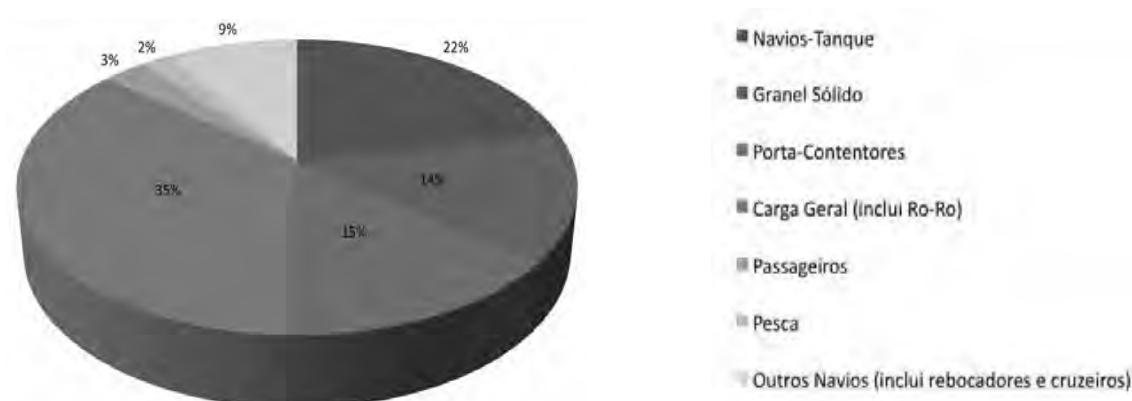


Fig. 5.3 Distribuição da frota portuguesa por categoria de embarcação [URL 4].

As chamadas das embarcações aos portos foram assumidas como equiparáveis ao número total de embarcações em cada subárea das Águas Territoriais Portuguesas. Seguidamente, foram obtidas estimativas para a potência total instalada por categoria de embarcação, apresentadas na Tabela 5.5, às quais se multiplicaram as percentagens de potência instalada por categoria de embarcação, por motor e tipo de combustível, apresentadas na Tabela 5.6. O resultado obtido, potência instalada por categoria de embarcação, por motor, e tipo de combustível, é então multiplicado pelo número total de embarcações por subárea, obtendo-se a potência total instalada por categoria de embarcações, tipo de motor e de combustível, por subárea e por ano.

Tab. 5.5 Estimativa da potência total instalada por categoria de embarcação [EEA, 2009] [URL 6].

Categoria de embarcação	Potência Total Instalada (kW)
Navios-Tanque	2520
Granel Sólido	9100
Porta-Contentores	16300
Carga Geral	3300
Passageiros	12800
Pesca	1100
Outros Navios	3700

Tab. 5.6 Percentagens de potência instalada por categoria de embarcação [EEA, 2009] [URL 6].

Categoria de embarcação	Percentagem de Potência instalada											
	MDMV	MDMV	MDMV	MDMMV	MDMAV	MDMAV	Turbina a	Turbina a	Turbina a	Turbina a	Turbina a	Turbina a
	Gasóleo Naval	Fuelóleo Residual	Gasóleo Naval	Fuelóleo Residual	Gasóleo Naval	Fuelóleo Residual	Gás Naval	Gás Naval	Gás Naval	Vapor Naval	Gasóleo Naval	Fuelóleo Residual
Navios-Tanque	0%	68%	0%	22%	0%	0%	0%	0%	0%	68%	0%	0%
Granel Sólido	0%	97%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	97%	0%	0%
Porta-Contentores	0%	92%	0%	6%	0%	0%	0%	0%	0%	92%	0%	0%
Carga Geral	0%	60%	1%	38%	0%	1%	0%	0%	0%	60%	1%	1%
Passageiros	0%	3%	1%	71%	10%	10%	6%	0%	0%	3%	1%	1%
Pesca	0%	5%	1%	84%	0%	9%	0%	0%	0%	5%	1%	1%
Outros Navios	1%	13%	65%	88%	10%	0%	0%	0%	1%	13%	65%	65%

Com base na Tabela A.5.2 (Anexo 5), estimou-se o CC , em t/h , multiplicando os valores anteriormente obtidos pelo CEC , dado em t/kWh . Seguidamente, foram obtidos dados relativos ao tempo médio, em h , de atracagem e manobra nos portos e dados relativos à velocidade média por categoria de navio, em $nó/h$, nomeadamente das directrizes para inventários de poluição atmosférica (NFR 1.A.3.d.i, 1.A.3.d.ii, 1.A.3.c.iii, 1.A.5.b/SNAP 080402, 080403, 080404, 080304, páginas 26 e 27) da *Agência Europeia do Ambiente* [EEA, 2009] [URL 6]. Os dados relativos à velocidade foram então divididos pela distância média percorrida em cruzeiro, dentro de cada subárea das Águas Territoriais Portuguesas. Essas distâncias foram estimadas com base no SIG e nas principais rotas marítimas, considerando o segmento entre um porto e o limite da ZEE. Na Tabela 5.7 são apresentados os resultados dessa estimativa.

Tab. 5.7 Distância média percorrida entre um porto de Portugal e o limite da ZEE portuguesa, por subárea.

	Subárea		
	Portugal Continental	Madeira	Açores
Distância (km)	≈400	≈400	≈400

Após a multiplicação, obteve-se o tempo médio de cruzeiro dentro das Águas Territoriais Portuguesas. Por fim, o CC , em t/h , foi multiplicado pelo tempo em cada fase de operação e pelo respectivo FC (40% atracagem, 20% manobra e 80% cruzeiro) [EEA, 2009] [URL 6], obtendo-se o CC , em t , por categoria de embarcações, motor, tipo de combustível, por subárea e por ano, completando-se assim o procedimento resumido pela Equação 5. A estimativa das emissões atmosféricas de poluentes foi conseguida com base nas Equações 4, 6 e 7, utilizando os FE , em kg/t , listados na Tabela A.5.2 (Anexo 5), por fase, tipo de combustível e motor, encontrados apenas para os NO_x e $COVNM$ com este nível de desagregação. Na Figura 5.4 é apresentado o esquema relativo ao resumo do processo de cálculo.

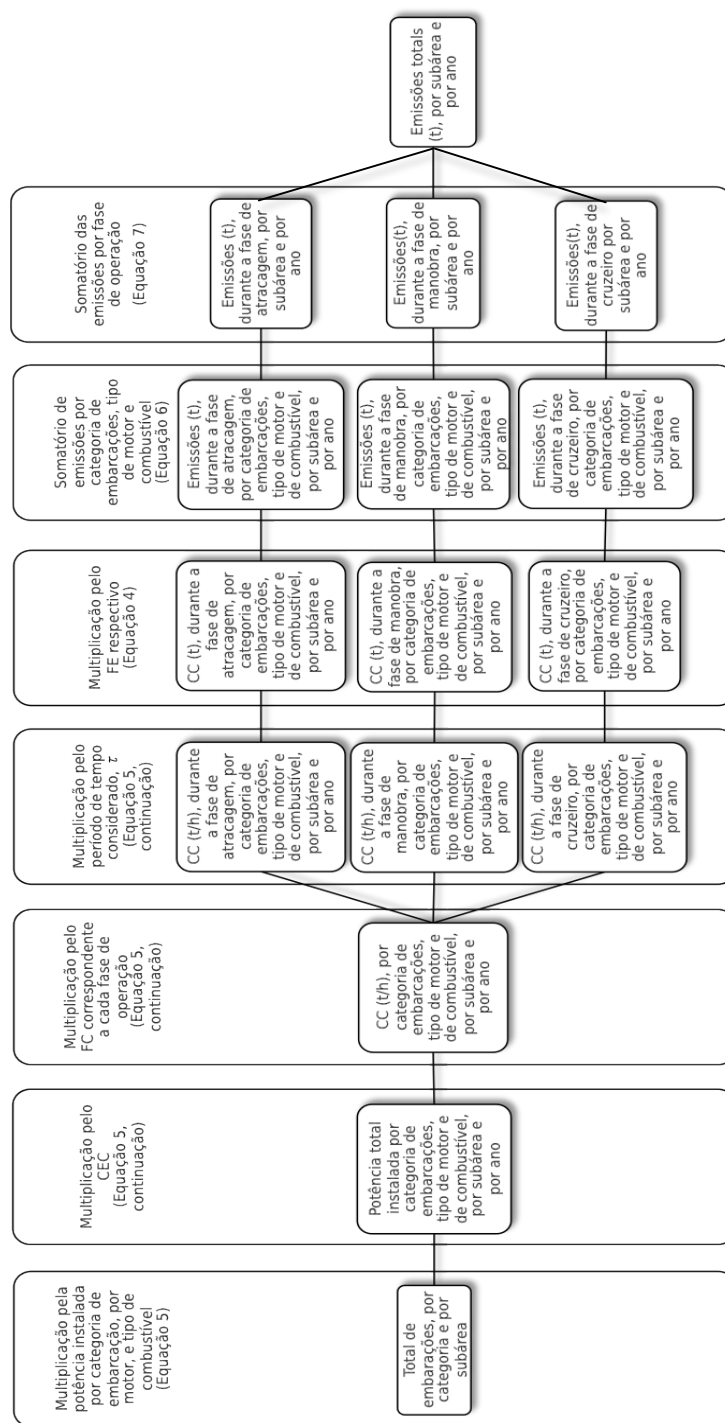


Fig. 5.4 Diagrama representativo do processo de estimativa das emissões de poluentes atmosféricos, segundo o nível metodológico Tier 3.

As emissões totais para cada poluente atmosférico considerado foram calculadas por subárea, para os anos de 2006 e 2007, e são apresentadas na Tabela 5.8.

Tab. 5.8 Estimativa das emissões, para diferentes poluentes atmosféricos, relativas aos totais nacionais para o tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal, durante os anos de 2006 e 2007, por subárea.

Poluente Atmosférico	Emissões Atmosféricas (t), em 2006			Emissões Atmosféricas (t), em 2007		
	Subárea			Subárea		
	Portugal Continental	Madeira	Açores	Portugal Continental	Madeira	Açores
<i>NO_x</i>	16362	2359	1968	16489	2359	3539
<i>COVNM</i>	549	79	66	553	79	119

Os resultados apontam para uma maior quantidade de poluentes emitida para a atmosfera pelo tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos nacionais na subárea de Portugal Continental, uma ordem de magnitude acima da estimativa obtida para a Madeira e para os Açores. Em 2006, foi emitida uma maior quantidade de poluentes na subárea da Madeira do que na subárea dos Açores. Em 2007, foi emitida uma maior quantidade de poluentes na subárea dos Açores do que na subárea da Madeira. Por outro lado, verifica-se o aumento da quantidade de poluentes emitida para a atmosfera, de 2006 para 2007, nas subáreas de Portugal Continental e Açores, tendo as restantes emissões se mantido constantes. É também possível verificar que, os resultados obtidos na Tabela 5.8, diferem dos totais obtidos com base na desagregação por subárea para o tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal (Tabela 5.1) e para o tráfego hidroviário que cruza as Águas Territoriais Portuguesas sem paragem (Tabela 5.3). Nas Tabelas A.6.9, A.6.10 e A.6.11 (Anexo 6) apresentam-se os resultados desagregados respectivamente por tipo de combustível, tipo de motor e categoria de embarcação. De um modo geral, as emissões atmosféricas provenientes da utilização de fuelóleo residual são mais elevadas do que as provenientes da utilização de gasóleo naval. O conjunto de MDMBV, utilizando fuelóleo residual, apresentaram as emissões atmosféricas mais elevadas, em contraposição às turbinas a gás, utilizando o mesmo combustível. Por fim, os navios mercantes da categoria porta-contentores foram os que mais emitiram *NO_x* e *COVNM* para a atmosfera, em contraposição aos navios de pesca.

5.4. Emissões Atmosféricas de Embarcações Individuais

Com o objectivo de calcular detalhadamente as emissões atmosféricas de uma embarcação, seleccionou-se um navio como caso de estudo, o *NTM/UAM Creoula*, para o qual as especificações necessárias estavam disponíveis e são apresentadas no Anexo 6 (Tabelas A.6.12 a A.6.16) [COSTA e RIBEIRO, 2008]. Foram utilizadas as Equações 3 e 4 no cálculo, seguindo o esquema representado na Figura 5.5.

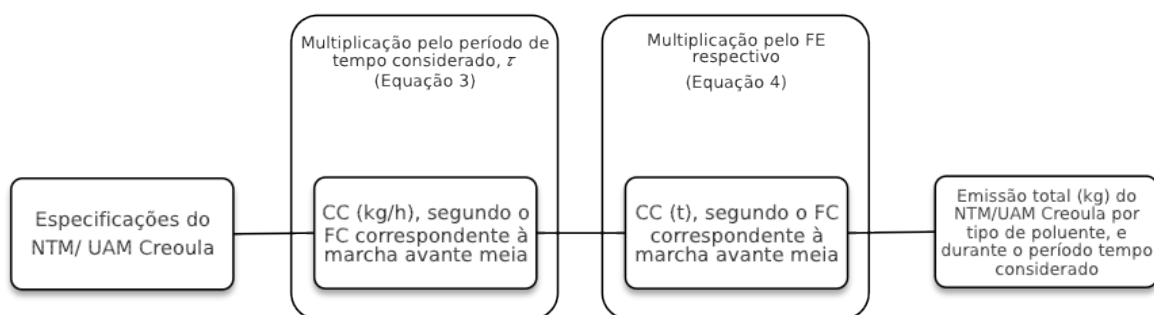


Fig. 5.5 Diagrama representativo do processo de estimativa das emissões de poluentes atmosféricos do *NTM/UAM Creoula*.

Para o processo de cálculo considerou-se apenas o MP do *NTM/UAM Creoula*, assumido como sendo do tipo MDMAV, por apresentar uma velocidade no veio de manivelas superior às 1000 *rpm* [URL 28]. Foram assumidas 1600 *h* de navegação, com motor em contínuo, durante um ano (tempo máximo registado) [URL 28]. Considera-se ainda um teor médio de enxofre no combustível de 0,2%, de acordo com análises químicas elaboradas pelo laboratório da *Marinha Portuguesa* [COSTA e RIBEIRO, 2008] [URL 28]. Por falta de informação, considerou-se o *FC* avante devagar como o *FC* médio (em % *TMC*) utilizado durante o período de tempo considerado, desprezando-se as fases de manobra e atracagem, pouco significativas em termos de estimativa relativamente à fase de cruzeiro. Os valores obtidos são apresentados na Tabela 5.9 e resultam da análise extensiva aos vários dados e *FE* disponíveis (Anexo 5, Tabelas A.5.1 a A.5.10), de onde resultaram distintas estimativas, cujas mais baixas são distinguidas como limite inferior e as mais elevadas como limite superior.

Tab. 5.9 Estimativa das emissões, para diferentes poluentes atmosféricos, relativas ao caso de estudo do MP da embarcação *UAM/NTM Creoula*.

Poluente	Emissão Atmosférica (kg)		Referência Anexo 3 (Limite Inferior/Limite Superior)
	Limite Inferior	Limite Superior	
CO_2	114318	307388	Tab. A.3.6 (Cruzeiro) (g/kWh)/Tab. A.3.6 (Cruzeiro) (kg/t)
NO_x	3759	7362	Tab. A.3.5/Tab. A.3.3 (FE médio em kg/t)
CO	438	847	Tab. A.3.3 (FE médio em g/kWh)/Tab. A.3.5
SO_x		385	Tab. A.3.1 (Cruzeiro)
SO_2	5	861	Tab. A.3.10/Tab. A.3.5
$COVNM$	87	231	Tab. A.3.2 (cruzeiro)/Tab. A.3.1 (Cruzeiro)
CH_4		29	Tab. A.3.7 (Cruzeiro)
COV	219	260	Tab. A.3.9 (Cruzeiro)/COVNM Limite Superior + CH_4
TSP	96	646	Tab. A.3.10/Tab. A.3.1 (Cruzeiro)
PM_{10}		646	Tab. A.3.1 (Cruzeiro)
$PM_{2,5}$		646	Tab. A.3.1 (Cruzeiro)

Analisando a Tabela 5.9 verifica-se que, no caso dos SO_x , CH_4 , PM_{10} e $PM_{2,5}$, não foi possível distinguir diferentes limites para a estimativa de emissões, pelo facto de apenas ter sido identificado para cada um destes poluentes um FE. Na Tabela 5.10 registam-se os valores médios e respectivos desvios padrão obtidos.

Tab. 5.10 Emissões médias, para diferentes poluentes atmosféricos, relativas ao caso de estudo do MP da embarcação *UAM/NTM Creoula*

Poluente	Emissão Atmosférica (kg)	
	Média	Desvio Padrão (σ)
CO_2	210853	136521
NO_x	5561	2548
CO	643	289
SO_x	385	-
SO_2	433	605
COV	168	29
$COVNM$	159	102
CH_4	29	-
TSP	371	389
PM_{10}	646	-
$PM_{2,5}$	646	-

Analisando as Tabelas 5.9 e 5.10, é possível verificar a inconsistência de alguns resultados como o caso dos SO_x e das partículas suspensas totais (TSP), cujos níveis de emissão se encontram abaixo de alguns dos seus constituintes, respectivamente o SO_2 e as PM_{10} mais as $PM_{2,5}$. Na generalidade dos resultados obtidos, a influência da diferença expressiva entre *FE* seleccionados para um mesmo poluente em conjunto com diferentes tipos de aplicação metodológica do *FE* (kg/t ou g/kWh), geram discrepâncias significativas na estimativa de emissões atmosféricas de poluentes. Em determinados casos observam-se, diferenças na estimativa de emissões atmosféricas

de poluentes que chegam ao dobro do limite inferior obtido. Tal aparenta ser indicativo de uma baixa exactidão, que se traduz numa incerteza elevada no processo de cálculo. Mais concretamente, à excepção do caso do CO_2 , a diferença entre o uso de FE em kg/t ou g/kWh , para os restantes poluentes referidos que permitiram o processo de cálculo, acresce à ordem dos 1000 kg .

As estimativas obtidas para o caso individual do *NTM/UAM Creoula* foram comparadas com as do trabalho desenvolvido por COSTA e RIBEIRO (2008), constatando-se uma relativa concordância entre resultados. A título de exemplo, para o caso dos NO_x a emissão média neste trabalho corresponde a cerca de 3 $kg NO_x/h$, enquanto que no trabalho desenvolvido por COSTA e RIBEIRO (2008) corresponde a cerca de 5 $kg NO_x/h$. As diferenças registadas podem ser atribuídas à actualização dos FE utilizados e ao tipo de MP assumido.

5.5. Discussão

Analizando os resultados obtidos em cada nível metodológico, foi possível constatar algumas diferenças entre eles. Nas Figuras 5.6 e 5.7 são apresentadas, em escala logarítmica, as comparações gráficas entre as estimativas obtidas pelos diferentes níveis metodológicos, para as emissões atmosféricas de NO_x e COVNM, por ano, por subárea e por componente do tráfego hidroviário.

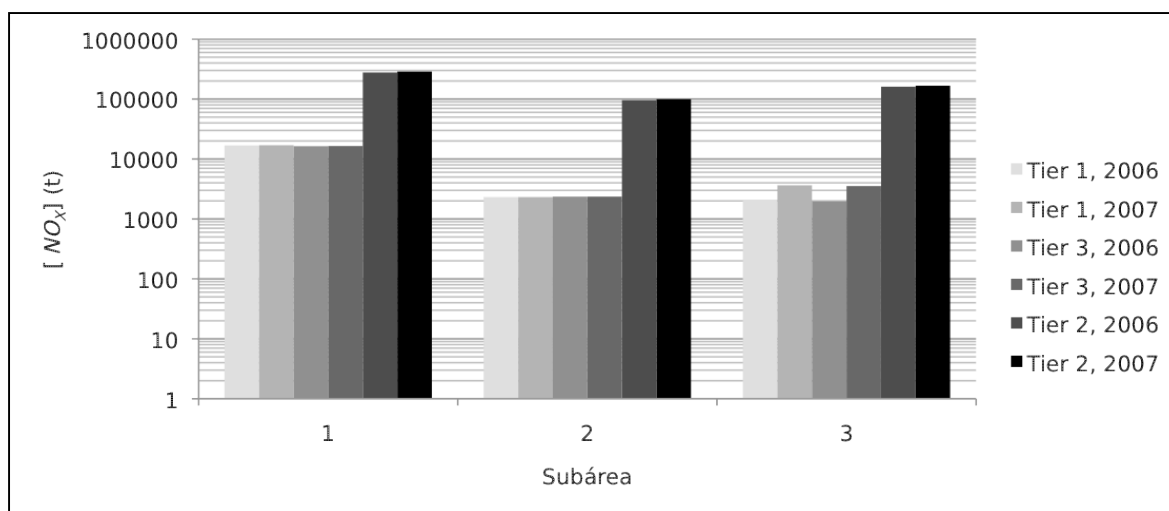


Fig. 5.6 Comparação gráfica entre estimativas obtidas pelos diferentes níveis metodológicos, para as emissões atmosféricas de NO_x , por subárea das Águas Territoriais Portuguesas e por ano, pelo tráfego hidroviário (representação em escala logarítmica).

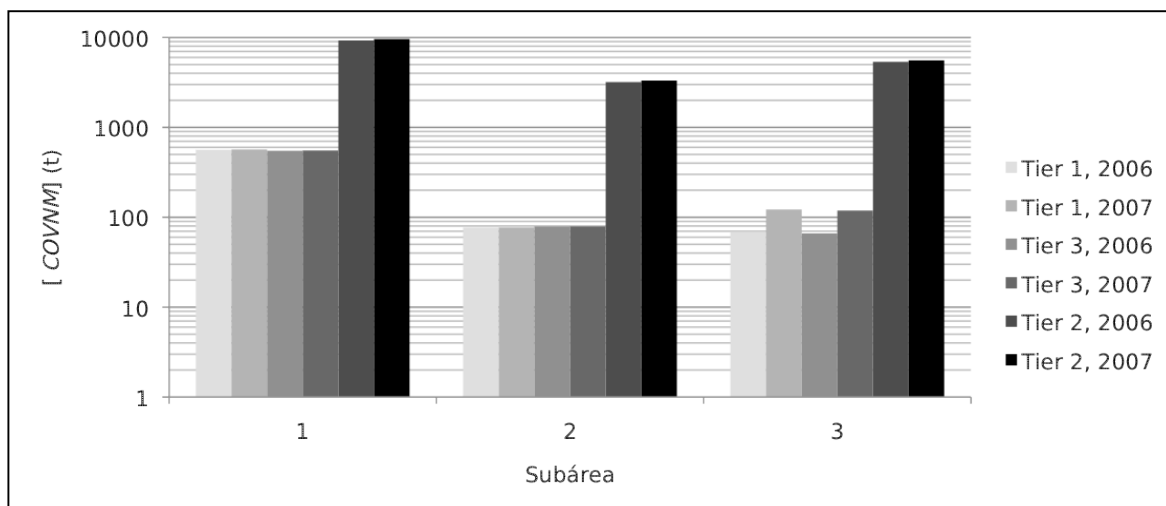


Fig. 5.7 Comparação gráfica entre estimativas obtidas pelos diferentes níveis metodológicos, para as emissões atmosféricas de *COVNM*, por subárea das Águas Territoriais Portuguesas e por ano, pelo tráfego hidroviário (representação em escala logarítmica).

A diferença acentuada que se verifica entre os níveis metodológicos Tier 1 e Tier 3 e o nível metodológico Tier 2, relaciona-se com as diferenças existentes entre componentes do tráfego hidroviário que cada nível metodológico aborda. Tendo em conta, que o nível metodológico Tier 2 diz respeito ao tráfego hidroviário que cruza as Águas Territoriais Portuguesas sem paragem, verificam-se emissões atmosféricas de NO_x e *COVNM*, uma ordem de magnitude acima das emissões atmosféricas de NO_x e *COVNM* relativas aos restantes níveis metodológicos, que dizem respeito ao tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal. Nas Figuras 5.4 e 5.5 é possível ainda constatar que, a diferença entre os níveis metodológicos Tier 1 e Tier 3, relativas à estimativa das emissões atmosféricas de NO_x e *COVNM* pelo tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal, na subárea dos Açores. Comparativamente com o nível metodológico Tier 3, a estimativa baseada no nível metodológico Tier 1 é mais elevada para o caso da subárea de Portugal Continental e mais baixa para as restantes subáreas. Dos resultados obtidos com base em cada um dos níveis metodológico utilizados, obtiveram-se as estimativas para a totalidade da actividade hidroviária por subárea das Águas Territoriais Portuguesas, onde se inclui o tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal e o tráfego hidroviário que cruza as Águas Territoriais Portuguesas sem paragem. Os NO_x e os *COVNM* foram ajustados em resultado da análise das Tabelas 5.1 e 5.8, considerando os valores médios por subárea (Anexo 6, Tabela A.6.17). Posteriormente, procedeu-se à adição das estimativas da Tabela 5.3, admitindo serem aplicáveis a qualquer um dos anos de 2006 ou 2007. Na Tabela 5.11 são apresentadas os resultados obtidos.

Tab. 5.11 Estimativa das emissões, para diferentes poluentes atmosféricos, relativas aos totais nacionais para a actividade hidroviária em Águas Territoriais Portuguesas, durante os anos de 2006 e 2007, por subárea.

Poluente Atmosférico	Emissões Atmosféricas (t), em 2006			Emissões Atmosféricas (t), em 2007		
	Portugal Continental	Subárea Madeira	Açores	Portugal Continental	Subárea Madeira	Açores
<i>CO₂</i>	14012838	4283297	7188164	14533418	4439557	7439444
<i>NO_x</i>	306168	97642	162876	317350	101209	169525
<i>CO</i>	32689	9980	16747	33905	10344	17334
<i>SO_x</i>	2385	26627	1222	2474	27623	1264
<i>COVNM</i>	10208	3255	5429	10580	3374	5651
<i>CH₄</i>	1325	404	679	1374	419	702
<i>COV</i>	11927	3641	6110	12370	3774	6324
<i>PM</i>	3849	1176	1972	3992	1218	2041

Os resultados da Tabela 5.11 apontam para uma maior quantidade de poluentes emitida para a atmosfera na subárea de Portugal Continental, seguida dos Açores e por fim da Madeira, independentemente do ano. Verifica-se também que, de 2006 para 2007, existe um aumento da quantidade de poluentes emitida para a atmosfera em qualquer uma das subáreas das Águas Territoriais Portuguesas.

Em resultado da análise das estimativas apresentadas nas Tabela 5.2 e 5.8 (Anexo 6, Tabelas A.6.18 e A.6.19), são apresentadas na Tabela 5.12 as estimativas médias obtidas, por adição das estimativas da Tabela 5.3, admitindo serem aplicáveis a qualquer um dos anos de 2006 ou 2007.

Tab. 5.12 Emissões médias, para diferentes poluentes atmosféricos, relativas aos totais nacionais para a actividade hidroviária em Águas Territoriais Portuguesas, durante os anos de 2006 e 2007.

Poluente Atmosférico	Emissões Atmosféricas (t), em 2006		Emissões Atmosféricas (t), em 2007	
	Média	Desvio Padrão (σ)	Média	Desvio Padrão (σ)
<i>CO₂</i>	25628945	190818	26512159	190818
<i>NO_x</i>	569896	20688	590767	19487
<i>CO</i>	59763	442	61822	442
<i>SO_x</i>	30151	153	31271	153
<i>COVNM</i>	18999	687	19695	646
<i>CH₄</i>	2423	18	2506	18
<i>COV</i>	21805	161	22556	161
<i>PM</i>	7034	56	7276	56

De acordo com a Tabela 5.12 verifica-se que, em Águas Territoriais Portuguesas houve um aumento da emissão de poluentes atmosféricos de 2006 para 2007. Verifica-se também que, o *CO₂* é o poluente emitido para a atmosfera em maior quantidade, seguido dos *NO_x*, *CO*, *SO_x*, *COVNM*, *PM* e *CH₄*.

A título de exemplo, seleccionaram-se para comparação com outras estimativas, os GEE (*CO₂* e *CH₄*) emitidos pela actividade hidroviária em Águas Territoriais

Portuguesas, por apresentarem uma ordem de magnitude elevada. Na Figura 5.8 é apresentada graficamente a comparação efectuada.

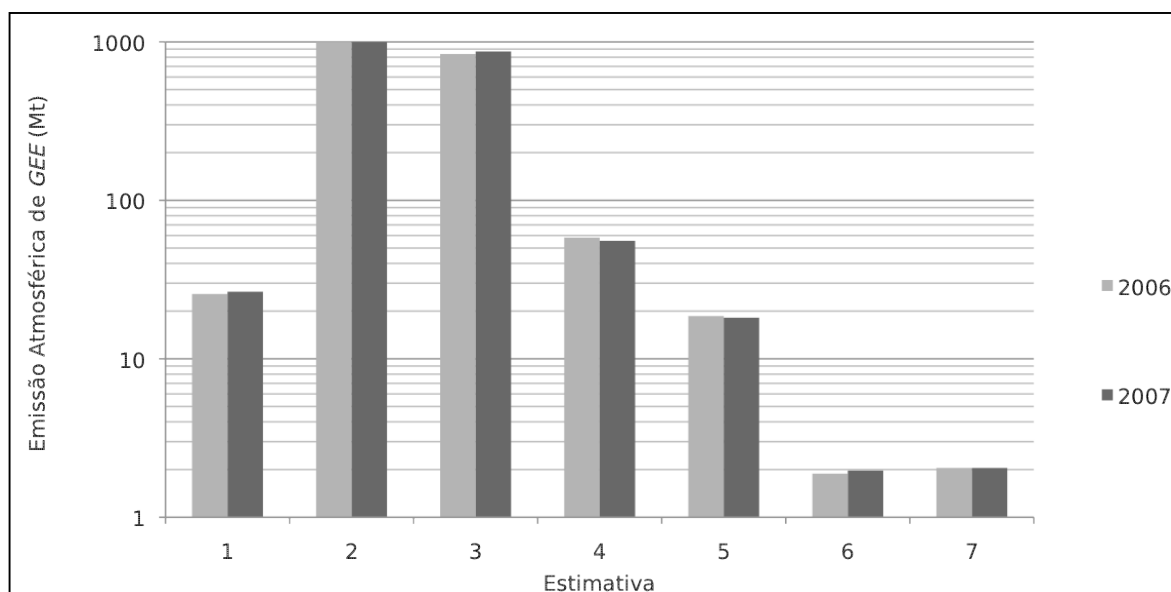


Fig. 5.8 Comparação gráfica entre estimativas da emissão atmosférica de GEE obtidas para a actividade hidroviária em Águas Territoriais Portuguesas (1) e as emissões atmosféricas de GEE para o tráfego marítimo global (2), tráfego marítimo internacional (3), totais para Portugal (4), totais para o transporte rodoviário em Portugal (5), tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal, segundo a APA (6) e tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal, segundo este trabalho (7) (representação em escala logarítmica).

A quantidade de GEE emitida corresponde a cerca de 2,5% das emissões atmosféricas de GEE relativas ao tráfego marítimo global (Tabela 1.1), 3% das emissões atmosféricas de GEE relativas ao tráfego marítimo internacional (Tabela 1.2), correspondem a cerca de 32% dos totais de GEE emitidos a nível de Portugal (Capítulo 1), são cerca de 1,4 vezes mais elevadas do que a totalidade de GEE do transporte rodoviário em Portugal [URL 4] e são cerca de 14 vezes mais elevadas do que as emissões atmosféricas de GEE relativas ao tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal (Anexo 6, Tabela A.6.19) [URL 4], em qualquer um dos anos de 2006 e 2007. A última comparação vem evidenciar, mais uma vez, a diferença entre estimativas obtidas para o tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal e as obtidas para o tráfego que cruza as Águas Territoriais Portuguesas sem paragem, constituindo esta a componente mais relevante da actividade hidroviária. De facto, verifica-se que, as emissões atmosféricas do tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal, não ultrapassam as emissões atmosféricas do tráfego hidroviário que cruza as Águas Territoriais Portuguesas sem paragem em mais de 12%, para os anos de 2006 e 2007.

Analisando as emissões atmosféricas relativas ao tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal (Anexo 6, Tabelas A.6.4, A.6.5, A.6.10 e A.6.11), verifica-se que, tanto a pesca, como o TMLC (incluindo navios-tanque) apresentam a mesma ordem de magnitude em cada ano. A maioria destas embarcações apresenta motores do tipo MDMMV, mas consomem essencialmente tipos de combustível diferentes. Relativamente à frota militar portuguesa, ela constitui a terceira categoria com maiores emissões atmosféricas, cujo ajuste de estimativas, com base nos dados da *Marinha Portuguesa*, as aumentou. Quanto à navegação interior, não foi possível determinar se esta se encontra incluída nas estimativas efectuadas (Tabelas 5.11 e 5.12), pela ausência de definição da categoria de embarcações “outros” (Anexo 6, Tabelas A.6.4 e A.6.5). A nível das embarcações internacionais o TMLC é a categoria com maior ordem de magnitude na quantidade de poluentes emitida para a atmosfera em cada ano (Anexo 6, Tabelas A.6.4 e A.6.5).

Relativamente à distribuição espacial de emissões atmosféricas de embarcações em Águas Territoriais Portuguesas, esta foi conseguida com base no SIG e de acordo com a relação representada pela equação 13 que permitiu calcular as percentagens de embarcações por célula (N_j) e subárea (N) às quais se multiplicou, posteriormente, a emissão total por subárea. A representação foi feita com base nos resultados dos *Raster* extraídos (subcapítulo 5.2). A título de exemplo, foram seleccionadas para representação gráfica da distribuição espacial em Águas Territoriais Portuguesas, as emissões atmosféricas de *PM*, essencialmente pelo problema que constituem, em termos de totais nacionais, na excedência do VLE a nível de Portugal. Nas Figuras 5.9 e 5.10 são apresentadas essas mesmas representações para os anos de 2006 e 2007, respectivamente.

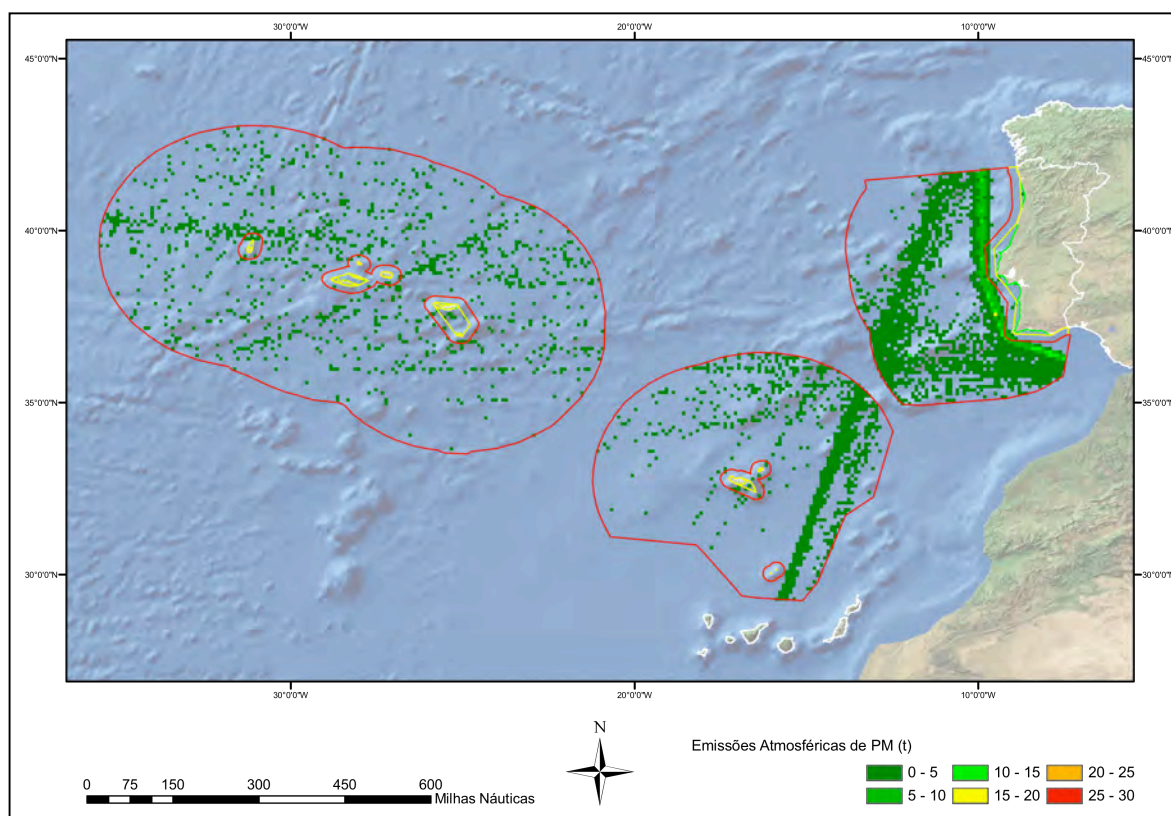


Fig. 5.9 Distribuição espacial em grelha (0,1° de latitude por 0,1° de longitude) das emissões atmosféricas de *PM*, relativas à actividade hidroviária em águas territoriais portuguesas, para ano de 2006. Baseada no “proxy” proposto por WANG *et al.* (2008) (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984).

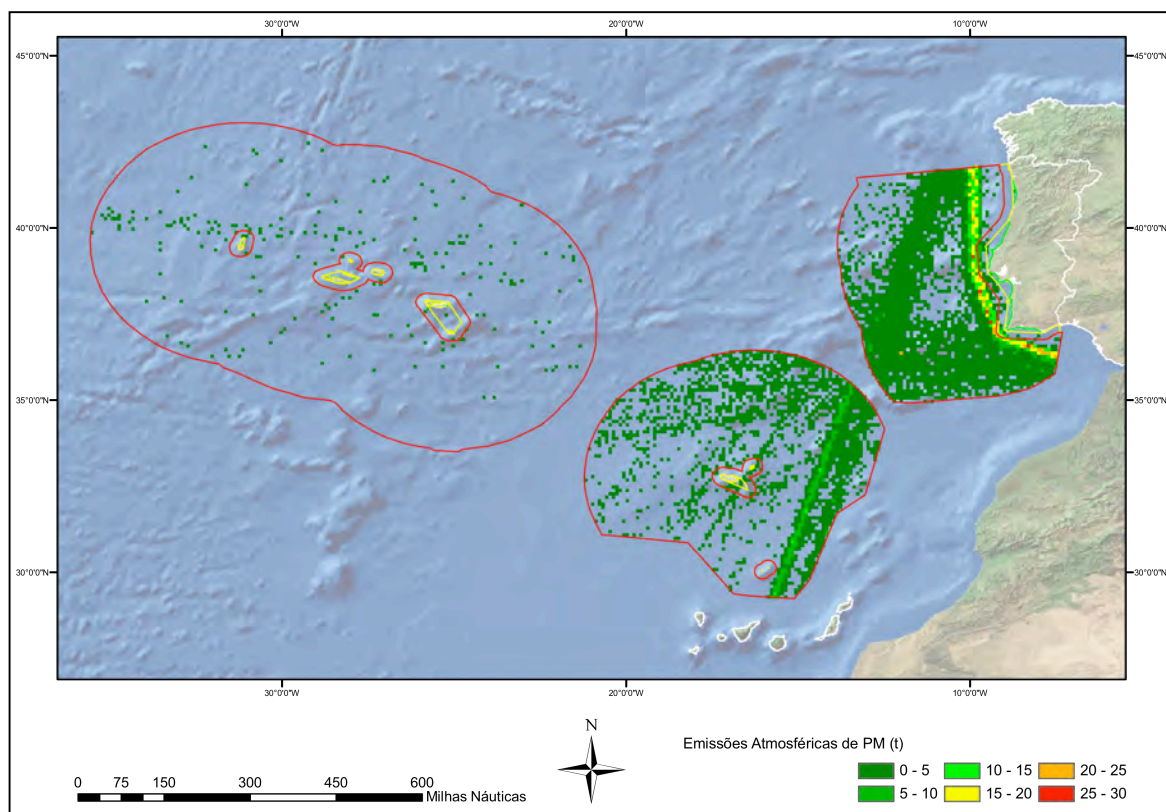


Fig. 5.10 Distribuição espacial em grelha (0,1° de latitude por 0,1° de longitude) das emissões atmosféricas de *PM*, relativas à actividade hidroviária em águas territoriais portuguesas, para ano de 2007. Baseada no “proxy” proposto por WANG *et al.* (2008) (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984).

Analisando as Figuras 5.6 e 5.7, verifica-se o aumento das emissões atmosféricas de *PM*, para a actividade hidroviária, de 2006 para 2007, na subárea do Continente e da Madeira e redução na subárea dos Açores. Na última, por sua vez, verificam-se menores emissões atmosféricas de *PM*, comparativamente com as subáreas de Portugal Continental e da Madeira, o que contraria os resultados da Tabela 5.11. Ainda, para o caso da subárea dos Açores, verifica-se que, para os anos de 2006 e 2007, uma maior quantidade de *PM*, associada à actividade hidroviária, é emitida para a atmosfera junto à costa Norte da Ilha do Corvo e costa Oriental da Ilha Terceira. Relativamente à subárea da Madeira verifica-se que, para os anos de 2006 e 2007, uma maior quantidade de *PM*, associada à actividade hidroviária, é emitida para a atmosfera junto à costa Oriental das Ilhas Selvagens e costa Oriental das Ilhas de Porto Santo e da Madeira.

A título de exemplo, seleccionou-se a subárea de Portugal Continental durante o ano de 2007, por apresentar uma maior quantidade de *PM* emitida associada à actividade hidroviária, para elaboração das representações gráficas das Figuras 5.11, 5.12 e 5.13, relativas à distribuição espacial das emissões atmosféricas de *PM* estimadas para a actividade hidroviária, em Águas Interiores, Mar Territorial e ZEE, respectivamente.

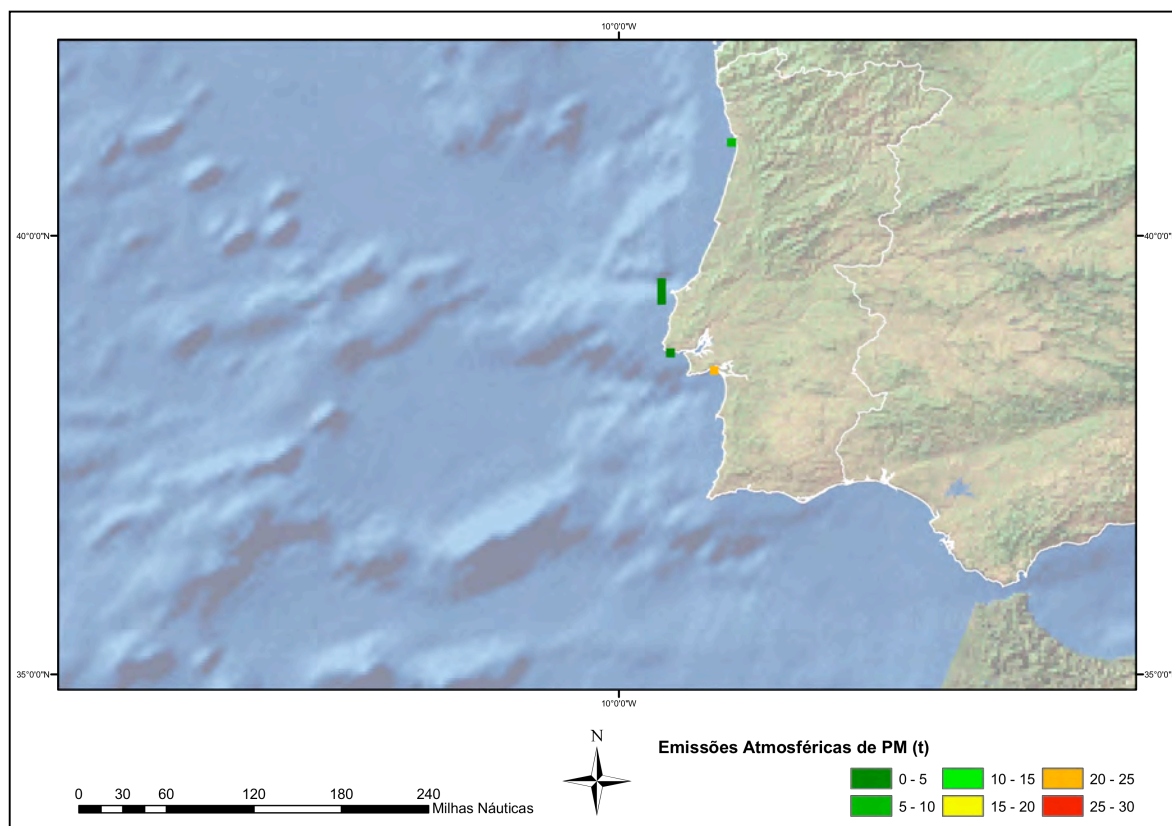


Fig. 5.11 Distribuição espacial em grelha (0,1° de latitude por 0,1° de longitude) das emissões atmosféricas de *PM*, relativas à actividade hidroviária em águas Interiores portuguesas, para ano de 2007. Baseada no "proxy" proposto por WANG *et al.* (2008) (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984).

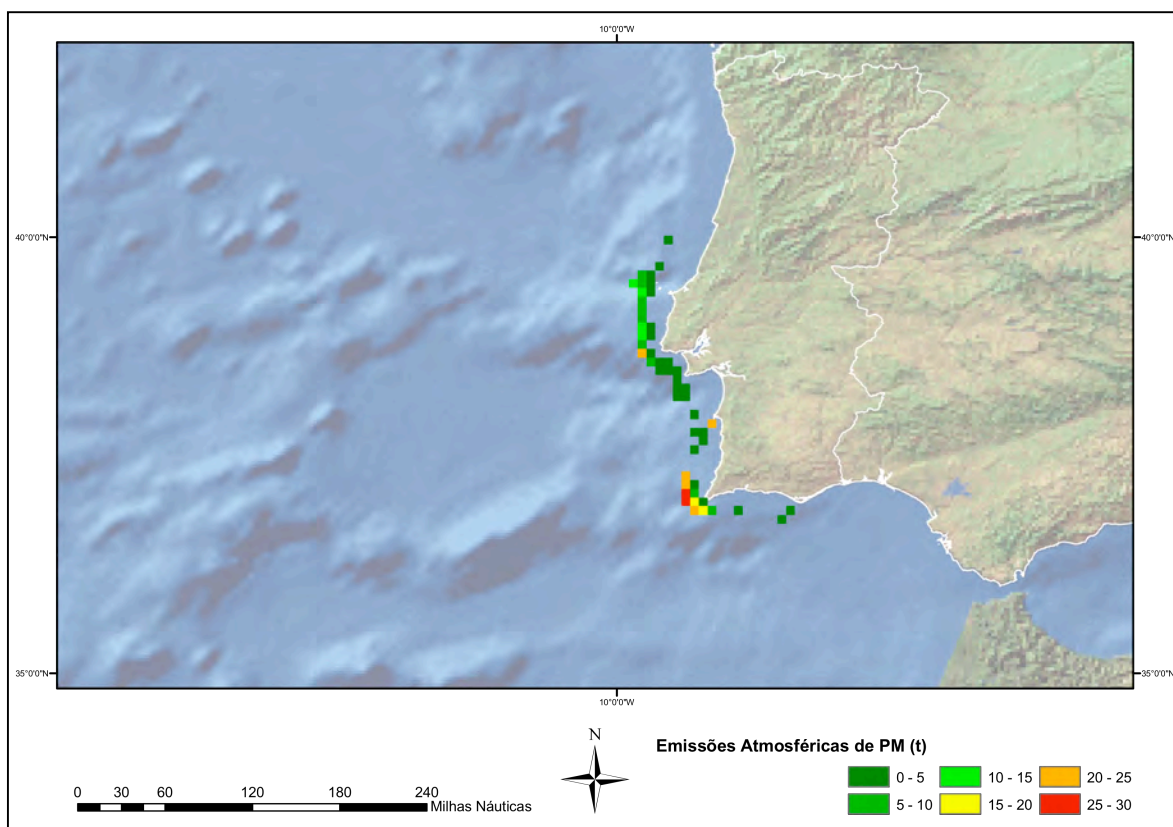


Fig. 5.12 Distribuição espacial em grelha (0,1° de latitude por 0,1° de longitude) das emissões atmosféricas de PM, relativas à actividade hidroviária no Mar Territorial Português, para ano de 2007. Baseada no "proxy" proposto por WANG *et al.* (2008) (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984).

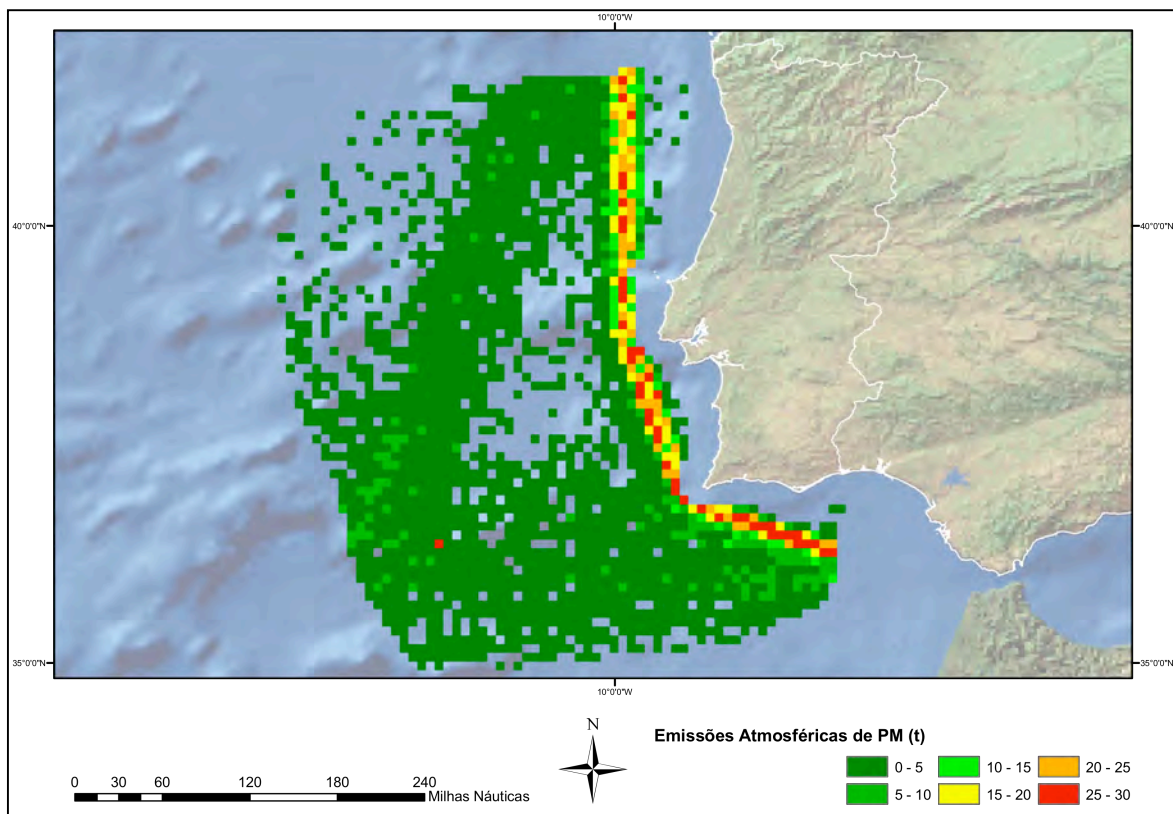


Fig. 5.13 Distribuição espacial em grelha (0,1° de latitude por 0,1° de longitude) das emissões atmosféricas de PM, relativas à actividade hidroviária na ZEE portuguesa, para ano de 2007. Baseada no "proxy" proposto por WANG *et al.* (2008) (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984).

Analisando a Figura 5.11, relativa às Águas Interiores da subárea de Portugal Continental, constata-se que, uma maior quantidade de *PM* é emitida, pela actividade hidroviária, junto a Setúbal, com um valor estimado situado entre as 20 e as 25 *t* anuais em 100 *km*². Analisando a Figura 5.12, é possível verificar que, a maior quantidade de *PM* emitida, pela actividade hidroviária, no Mar Territorial da subárea de Portugal Continental, ocorre junto ao Cabo de São Vicente, podendo chegar a um valor estimado situado entre as 25 e as 30 *t* anuais por 100 *km*², perto dos 15 *km* a Oeste do Cabo. Na Figura 5.12, distinguem-se também emissões atmosféricas de *PM*, associadas à actividade hidroviária, junto a Sines, podendo chegar a um valor estimado situado entre as 20 e as 25 *t* anuais em 100 *km*². Analisando a Figura 5.13, verifica-se que a maior quantidade de *PM* emitida, pela actividade hidroviária, na ZEE da subárea de Portugal Continental se situa a cerca de 60 *mn* da costa de Portugal, podendo chegar a um valor estimado situado entre as 25 e as 30 *t* anuais por 100 *km*².

Capítulo 6. Conclusões

O presente trabalho surge na linha de pensamento de que se pudermos estimar as emissões atmosféricas de poluentes associadas a embarcações, então, poderemos proceder à sua melhor gestão dentro do espaço de jurisdição de Portugal. Assim, foram estimadas as emissões atmosféricas, para diferentes poluentes, associadas a embarcações, especificamente à actividade hidroviária em Águas Territoriais Portuguesas, que subdivide-se no tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragens em portos de Portugal e o tráfego hidroviário que cruza as Águas Territoriais Portuguesas sem paragem. As estimativas foram conseguidas por subárea e para a totalidade das Águas Territoriais Portuguesas, por aplicação de diferentes metodologias, o que permitiu diferentes comparações, análise de incertezas e distribuições espaciais.

De um modo geral, verificou-se um aumento da emissão de poluentes atmosféricos, associado às embarcações em actividade hidroviária nas Águas Territoriais Portuguesas, de 2006 para 2007. Os resultados apontam também para uma maior quantidade de poluentes emitida para a atmosfera na subárea de Portugal Continental, seguida dos Açores e por fim da Madeira, independentemente do ano. Nas Águas Territoriais Portuguesas, cruza anualmente uma parte significativa do tráfego hidroviário, abastecendo ou efectuando paragem em portos de Portugal ou sem paragem, o que parece ser concordante com a particularidade da localização geográfica do país, relativamente às principais rotas marítimas e com o tamanho relativo da ZEE de Portugal. Relativamente à contradição encontrada entre a distribuição espacial (Figuras 5.9 e 5.10) e as estimativas obtidas (Tabela, 5.11), a justificação é observável pela observação das tabelas de atributos do SIG. Apesar da subárea dos Açores apresentar um maior número de embarcações contadas, muitas destas emitem poluentes atmosféricos isoladamente numa célula, não sendo consideradas na respectiva representação. Por outro lado, a subárea da Madeira apresenta um menor número de embarcações contadas, no entanto muitas destas emitem simultaneamente na mesma célula, acrescentando à totalidade emissões por célula, sendo consideradas na representação, particularmente seguindo uma rota bem definida. O CO_2 foi o poluente emitido para a atmosfera em maior quantidade, seguido dos NO_x , CO , SO_x , PM , $COVNM$ e CH_4 . Por fim, foram identificados o tipo de combustível (Fuelóleo Residual), motor (MDMMV) e categorias de embarcações (pesca e TMLC, seguidas da frota militar portuguesa), com emissões atmosféricas de poluentes mais elevadas.

Relativamente às abordagens metodológicas utilizadas, conclui-se que a sua aplicação deve ser feita caso a caso e que, teoricamente, verifica-se a possibilidade de obter melhores estimativas através da utilização de dados mais detalhados, contudo, na prática, esta torna-se uma tarefa complexa do ponto de vista da obtenção de informação. Por exemplo, tanto na utilização do nível metodológico Tier 3, como na estimativa de emissões atmosféricas para embarcações individuais, é possível constatar a variação decorrente do uso de dados como o tipo de MP, sua potência, CEC, FC, tipo de combustível utilizado e sua composição.

Através das comparações efectuadas entre dados estimados e outros dados obtidos, verificou-se que a actividade hidroviária, em termos de poluição atmosférica, apresenta emissões significativas, excepto quando considerando apenas a componente do tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos de Portugal.

Conclui-se que as diferentes considerações efectuadas no decorrer do trabalho implicam incertezas significativas. Nomeadamente, no nível metodológico Tier 1, as emissões atmosféricas de poluentes serão possivelmente mais baixas por se assumir que ocorrem, na totalidade, em Águas Territoriais Portuguesas. Embora isto possa ser verdade para a pesca, visto a maioria das capturas se realizar dentro da ZEE, o mesmo já não se pode afirmar para o caso do TMLC e da frota militar, que, de um modo geral, despendem a maior parte do tempo de viagem fora das Águas Territoriais Portuguesas. Por outro lado, assumir que as emissões atmosféricas de poluentes ocorrem, na totalidade, em Águas Territoriais Portuguesas, também não é inteiramente verdade para o tráfego português, pois nos casos em que o tráfego se estabelece entre portos de diferentes subáreas das Águas Territoriais Portuguesas, algumas emissões atmosféricas são indevidamente contabilizadas, ocorrendo em espaço marítimo internacional. No caso do Tier 3, as incertezas associam-se particularmente aos valores considerados para a distância média percorrida em Águas Territoriais Portuguesas, por não se basearem em dados reais de movimentações. Por um lado, a diferença entre componentes da actividade hidroviária, faz com que, as incertezas associadas à estimativa mais baixa, se tornem menos significativas. Por outro lado, verifica-se que quanto mais elevadas são as estimativas, mais elevado aparenta ser o erro associado e relativamente ao tráfego hidroviário que cruza as Águas Territoriais Portuguesas sem paragem, subsiste a incerteza na consideração de que a média dos dois “*proxy*”, é aplicável a qualquer um dos anos de 2006 ou 2007 e que é representativa da frota em actividade. Outras incertezas previsíveis, associam-se à estimativa de COV (COVNM e CH₄) emitidos para a atmosfera que não foram consideradas. As emissões fugitivas e por evaporação possivelmente viriam aumentar o valor estimado, veja-se por exemplo a potencial quantidade de emissões associada à

percentagem de petroleiros que cruzam as Águas Territoriais Portuguesas, considerados como fontes significativas destes poluentes atmosféricos [CONCAWE, 2002]. O mesmo se passa para a generalidade dos poluentes, se tivessem sido consideradas outras emissões como as provenientes da incineração a bordo, motores de fora de bordo e de carga/descarga. Relativamente à emissão atmosférica de SO_x e de PM , estas dependem directamente do tipo de combustível usado, especificamente do seu teor de enxofre [WINTHER, 2008b; EEA, 2009]. Neste sentido, as estimativas obtidas esperavam-se mais elevadas, por ser o combustível com ATE (fuelóleo residual) a fracção mais relevante do ponto de vista das emissões atmosféricas destes poluentes na actividade hidroviária em Águas Territoriais Portuguesas. Por outro lado, tanto os *FE*, como as considerações efectuadas, poderão influenciar significativamente a estimativa. Neste sentido, verifica-se que, a maioria dos *FE* utilizados datam dos anos 90 [TROZZI & VACCARO, 1998; CORBETT *et al.*, 1999; CORBETT & KOHLER, 2003; ENDRESEN *et al.*, 2003; COOPER & GUSTAFSSON, 2004; WINTHER, 2008b; EEA, 2009], podendo não traduzir a realidade pela sucessiva evolução tecnológica no sector [EYRING *et al.*, 2005]. Particularmente, foi possível verificar a concordância do *FE* para o CO_2 com o utilizado por COELHO (2008), correspondendo a 3114 kg/t. Finalmente, constata-se que a evolução tecnológica pode ser considerada nos cálculos através da aplicação do *FT*, mas por motivos de falta de dados tal não pôde ser efectuado.

6.1. Trabalho Futuro

No seguimento das conclusões apresentadas, sugere-se, antes de mais, que seja dada continuidade à procura de melhorias relativamente às estimativas e distribuição espacial de emissões atmosféricas obtidas neste trabalho. Especificamente, para o tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos ou marinas de Portugal, seria interessante aceder a dados, semelhantes aos obtidos para os principais portos do Arquipélago da Madeira e os principais portos do Arquipélago dos Açores, relativamente a todos os principais portos (incluindo fluviais e marítimos) e marinas de Portugal. Para isso, considera-se que, a investigação das potenciais fontes referidas no subcapítulo 3.5 seja um bom ponto de partida. Adicionalmente, para permitir que os dados sejam utilizados na estimativa segundo o nível metodológico Tier 3, seria necessário aceder às especificações das embarcações, cujas principais fontes de informação foram referidas no subcapítulo 3.1. Do ponto de vista das bancas marítimas seria interessante perceber melhor a sua classificação em Portugal e especificamente como são distribuídos e desagregados estatisticamente pela DGEG e no INERPA. O mesmo se aplica à classificação utilizada por ambas as fontes, na desagregação por categoria de embarcação. Especificamente, para o tráfego

hidroviário que cruza as Águas Territoriais Portuguesas sem paragem, seria interessante continuar a melhorar o “*proxy*” utilizado, podendo a inclusão de dados provenientes do sistema *Purple Finder* ser um bom ponto de partida, nesse sentido. De um modo geral, para a actividade hidroviária, sugere-se que se explore melhor todos os AIS referidos no Capítulo 3, se possível começando a pensar como poderá vir a ser sistematizada a compilação de informação em tempo real, com recurso a ferramentas informáticas. Os *FE* foram identificados, também, como ponto crítico na obtenção de estimativas de qualidade, por isso, por se acreditar que poderão estar desactualizados e porque ainda estão em falta para determinados poluentes, sugere-se o desenvolvimento de um programa para obtenção de *FE* a nível de Portugal, em que estes seriam apresentados idealmente em função de variáveis, como por exemplo o tipo de motor e a sua idade, de onde mais tarde poderiam ser desenvolvidos *FT*, associados à evolução da eficiência energética dos motores a bordo e utilização de sistemas de controlo de poluição atmosférica, se presentes. Após as melhorias propostas, será importante avaliar e controlar a qualidade dos resultados obtidos, sugere-se uma abordagem, em maior detalhe, da análise de incertezas e o desenvolvimento de uma metodologia para garantir e controlar a qualidade.

No âmbito das potenciais aplicações deste trabalho, sugere-se futuramente a simulação da dispersão atmosférica dos poluentes considerados com recurso a modelos numéricos de qualidade do ar, para tentar perceber possíveis impactos da actividade hidroviária em Território Português e avaliar medidas ou decisões políticas, como por exemplo, na gestão de tráfego marítimo, os sistemas de organização de tráfego [URL 55], a rede transeuropeia de transportes [URL 56], especialmente tendo em conta que estão actualmente em curso diferentes projectos de conjugação entre transporte marítimo e ferroviário para portos nacionais (por exemplo: Sines e Aveiro), o recurso ao TMCD ou cabotagem internacional e o tráfego local, eventualmente poderá ser útil no processo de decisão da localização de novos portos marítimos, fluviais e marinas. Relativamente a sugestões de mitigação de emissões atmosféricas de poluentes associadas ao tráfego hidroviário, o presente trabalho permite verificar que a transição no uso de fuelóleo residual (ATE) para gasóleo naval (BTE) traria uma redução imediata das emissões, no geral e de SO_x e *PM*, particularmente. Neste sentido, seria sensato ponderar a hipótese de se estabelecer uma ACE Portuguesa, para controlar o tipo de combustível utilizado pelas embarcações e ultimamente controlar o cumprimento de VLE. Esta proposta parece especialmente relevante, tendo em conta a futura extensão da plataforma continental [URL 57] que unirá as três subáreas das Águas Territoriais de Portugal e a estratégia nacional para o mar [EMAM, 2007; CEO, 2008].

REFERÊNCIAS

- APA (2009a): *Portuguese Informative Inventory Report. Submitted under the UNECE convention on long-range transboundary air pollution*. Agência Portuguesa do Ambiente (APA), Amadora, Portugal;
- APA (2009b): *Portuguese national inventory report on greenhouse gases, 1990 – 2007. submitted under the UNFCC and the kyoto protocol*. Agência Portuguesa do Ambiente (APA), Amadora, Portugal;
- BORREGO, C. (1995): *Poliuição Atmosférica*. Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal;
- BORREGO, C., NEUPARTH, N., CARVALHO, A. C., CARVALHO, A., MIRANDA, A.I., COSTA, A. M., MONTEIRO, A., MARTINS, H., CORREIA, I., FERRERIRA, J., AMORIM, J. H., MARTINS, J., PINTO, J. R., SANTOS, J., SILVA, J. V., VALENTE, J., SIMÕES, L., LOPES, M., TCHEPEL, O., CASCÃO, P., LOPES DA MATA, P., MARTINS, P., SANTOS, P., TAVARES, R., NUNES, N., MARTINS, V. (2008): *A saúde e o ar que respiramos - Um caso de estudo em Portugal*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, Portugal;
- BUHAUG, Ø., CORBETT, J. J., ENDRESEN, Ø., EYRING, V., FABER, J., HANAYAMA, S., LEE, D. S., LEE, D., LINDSTAD, H., MARKOWSKA, A. Z., MJELDE, A., NELISSEN, D., NILSEN, J., PÅLSSON, C., WANQUING, W., WINEBRAKE, J. J., YOSHIDA, K. (2009a): *Second IMO GHG Study 2009. Update of the 2000 IMO GHG Study. Final report covering Phase 1 and Phase 2*. Marine Environment Protection Committee (MEPC), International Maritime Organization (IMO), London, UK;
- BUHAUG, Ø., CORBETT, J. J., ENDRESEN, Ø., EYRING, V., FABER, J., HANAYAMA, S., LEE, D. S., LEE, D., LINDSTAD, H., MARKOWSKA, A. Z., MJELDE, A., NELISSEN, D., NILSEN, J., PÅLSSON, C., WANQUING, W., WINEBRAKE, J. J., YOSHIDA, K. (2009b): *Corrigendum "Second IMO GHG Study 2009. Update of the 2000 IMO GHG Study. Final report covering Phase 1 and Phase 2"*. Marine Environment Protection Committee (MEPC), International Maritime Organization (IMO), London, UK;
- BUHAUG, Ø., CORBETT, J. J., ENDRESEN, Ø., EYRING, V., FABER, J., HANAYAMA, S., LEE, D. S., LEE, D., LINDSTAD, H., MARKOWSKA, A. Z., MJELDE, A., NELISSEN, D., NILSEN, J., PÅLSSON, C., WANQUING, W., WINEBRAKE, J. J., YOSHIDA, K. (2009c): *Executive summary - Second IMO GHG Study 2009. Update of the 2000 IMO GHG Study. Final report covering Phase 1 and Phase 2*. Marine Environment Protection Committee (MEPC), International Maritime Organization (IMO), London, UK;
- BUHAUG, Ø., CORBETT, J. J., ENDRESEN, Ø., EYRING, V., FABER, J., HANAYAMA, S., LEE, D. S., LEE, D., LINDSTAD, H., MARKOWSKA, A. Z., MJELDE, A., NELISSEN, D., NILSEN, J., PÅLSSON, C., WANQUING, W., WINEBRAKE, J. J., YOSHIDA, K. (2008): *Updated Study on Greenhouse Gas Emissions from Ships: Phase I Report*. Marine Environment Protection Committee (MEPC), International Maritime Organization (IMO), London, UK;
- CAPALDO, K., CORBETT, J. J., KASIBHATLA, P., FISCHBECK, P., PANDIS, S. N. (1999): Effects of ship emissions on sulphur cycling and radiative climate forcing over the ocean. *Nature*, Vol. 400;
- CARVALHO, A. (2005): *A Qualidade do Ar e as Alterações Climáticas em Portugal*. Dissertação de Doutoramento. Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal;
- CEO (2004): *Relatório da Comissão Estratégica dos Oceanos. Parte I e II*. Comissão Estratégica dos Oceanos (CEO), Lisboa, Portugal;
- CNADS (2001): *Reflexão Sobre o Desenvolvimento Sustentável da Zona Costeira*. Conselho Nacional do Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável (CNADS), Lisboa, Portugal;
- COELHO, A. (2008): *Cálculo de diferentes valores de index de CO₂ da frota Comercial Portuguesa de Viagens Internacionais*. O propulsor - Revista Técnica de Engenharia, Lisboa, Portugal;
- COFALA, J., AMANN, M., HEYES, C., WAGNER, F., KLIMONT, Z., POSCH, M., SCHÖPP, W., TARASSON, L., JONSON, J. E. WHALL, C., STAVRAKAKI, A. (2007): *Analysis of policy measures to reduce ship emissions in the context of the revision of the National Emissions Ceilings Directive*. Final Report. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Vienna, Austria;
- CONCAWE (2008): *Impact on the EU of SO_x, NO_x and primary PM_{2.5} emissions from shipping in the Mediterranean Sea: Summary of the findings of the Euro Delta Project*. Air Quality Management Group's Special Task Force on Ship Emissions (AQ/STF-67), Brussels, Belgium;
- CONCAWE (2002): *VOC emissions from loading gasoline onto sea-going tankers in EU-15: Control technology and cost-effectiveness*. Ad hoc Group on Marine Loading VOC Emission, Brussels, Belgium;

- CONCAWE (1994): *The contribution of sulphur dioxide emissions from ships to coastal deposition and air quality in the channel and southern North Sea area*. Air Quality Management Group's Special Task Force on Ship Emissions (AWSTF-40), Brussels, Belgium;
- COOPER, D. & GUSTAFSSON, T. (2004): *Methodology for calculating emissions from ships: 1. Update of emission factors, Report series SMED and SMED&SLU 4*. Swedish Methodology for Environmental Data (SMED), Swedish Environmental Protection Agency, Norrköping, Sweden;
- CORBETT, J. & KOHLER, H. (2004): *Considering alternative input parameters in an activity-based ship fuel consumption and emissions model: Reply to the comment by Øyvind Endresen et al. on "Updated emission from ocean shipping"*. Journal of Geophysical Research, Vol. 109, No. D23303;
- CORBETT, J. & KOHLER, H. (2003): *Updated emission from ocean shipping*. Journal of Geophysical Research, Vol. 108, No. D20, PAGES 4650;
- CORBETT, J. J., EYRING, V., GREEN, E. H., KASIBHATLA, P., LAUER, A., WINEBRAKE, J. J. (2007): *Mortality from ship emissions: a global assessment*. Environmental Science and Technology 41 (24), 8512–8518;
- CORBETT, J. J., FISCHBECK, P. S., PANDIS, S. N. (1999): *Global nitrogen and sulfur inventories for oceangoing ships*. Journal of Geophysical Research, Vol. 104, No. D3, Pages 3457-3470;
- COSTA, R. e RIBEIRO, R. (2008): *Emissão de poluentes atmosféricos por um navio de propulsão mista*. Projecto de Mar Curso I Universidade Itinerante do Mar 2008 – Energia, Ambiente & Mar, Universidade do Porto, Porto, Portugal;
- DAO (2008): *Gestão da Qualidade do Ar*. Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal;
- DIAS, J. (2003): *Portugal e o Mar – Importância da Oceanografia para Portugal*. Universidade do Algarve, Faro, Portugal;
- EEA (2009): *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2009 - Technical guidance to prepare national emission inventories*. European Environmental Agency (EEA), Copenhagen, Denmark;
- EMAM (2007): *Estratégia nacional para o mar*. Estrutura de Missão para os Assuntos do Mar (EMAM), Ministério da Defesa Nacional, Lisboa, Portugal;
- EMEP (2009): *Transboundary Acidification, Eutrophication and Ground Level Ozone in Europe in 2007 – Portugal*. Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long range transmission of air pollutants in Europe (EMEP), Oslo, Norway;
- ENDRESEN, Ø., SØRGÅRD, E., BEHRENS, H. L., BRETT, P. O., ISAKSEN, I. S. A. (2007): *A historical reconstruction of ships' fuel consumption and emissions*. Journal of Geophysical Research, Vol. 112, D12301;
- ENDRESEN, Ø., SØRGÅRD, E., BAKKE, J., ISAKSEN, I. S. A. (2004): *Substantiation of a lower estimate for the bunker inventory: Comment on "Updated emissions from ocean shipping" by James J. Corbett and Horst W. Koehler*. Journal of Geophysical Research, Vol. 109, No. D23302;
- ENDRESEN, Ø., SØRGÅRD, E., SUNDET, J. K., DALSGÅRD, S. B., ISAKSEN, I. S. A., BERGLEN, T. F., GRAVIR, G. (2003): *Emissions from international sea transportation and environmental impact*. Journal of Geophysical Research, Vol. 108, No. D17, 4560;
- EPA (1999): *In-Use Marine Diesel Fuel*. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Washington D.C., USA;
- EQUASIS (2007): *The world merchant fleet in 2007*. Lisboa, Portugal;
- EYRING, V., LAUER, A., HENDRICKS, J., JÖCKEL, P., LOHMANN, U. (2007a): *Global model simulations of the impact of ocean-going ships on aerosols, clouds, and the radiation budget*. Atmospheric Chemistry and Physics, 7, 5061-5079;
- EYRING, V., STEVENSON, D. S., LAUER, A., DENTENER, F. J., BUTLER, T., COLLINS, W. J., ELLINGSEN, K., GAUSS, M., HAUGLUSTAIN, D. A., ISAKSEN, I. S. A., LAWRENCE, M. G., RICHTER, A., RODRIGUEZ, J. M., SANDERSON, M., STRAHAN, S. E., SUDO, K., SZOPA, S., VAN NOIJ, T. P. C., WILD, O. (2007b): *Multi-model simulations of the impact of international shipping on Atmospheric Chemistry and Climate in 2000 and 2030*. Atmospheric Chemistry and Physics, 7, 757–780;
- EYRING, V., KÖHLER, H. W., VAN AARDENNE, J., LAUER, A. (2005): *Emissions from international shipping over the last 50 years and future scenarios until 2050*. Journal of Geophysical Research, Vol. 110, D17305;
- FAO (1996): *Control of water pollution from agriculture*. Irrigation and Drainage Paper 55. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy;
- FAO (1985): *Long-range air pollution: A threat to European forests*. Unasylva - No. 149 - International year of the forest. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy;
- FISHMAN, A. et al. (2008): *Fishman's Pulmonary Diseases and Disorders – Fourth Edition*. McGraw-Hill, USA;
- HALPERN, B. S., WALBRIDGE, S., SELKOE, K. A., KAPPEL, C. V., MICHELI, F., D'AGROSA, C., BRUNO, J. F., CASEY, K. S., EBERT, C., FOX, H. E., FUJITA, R., HEINEMANN, D., LENIHAN, H. S., MADIN, E. M. P., PERRY, M. T., SELIG, E. R., SPALDING, M., STENECK, R., WATSON, R. (2008): *A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems*. Science 319, 5865, 948-952;
- IMO (2008): *Revised Marpol Annex VI – Regulations For The Prevention Of Air Pollution From Ships*. International Maritime Organization (IMO) - Marine Environment Protection Committee (MEPC), London, UK;
- IMO (2006): *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto - MARPOL 73/78. Consolidated edition 2006*. International Maritime Organization (IMO) - Marine Environment Protection Committee (MEPC), London, UK;

- INE (2009): *Retrato Territorial de Portugal 2007*. Instituto Nacional de Estatística (INE), Lisboa, Portugal;
- IPCC (2006): *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme [Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, New York, USA;
- ISO (2002): *ISO 8216-99:2002, Petroleum products – Fuels (class F) – Classification – Part 99: General*. International Organization or Standardization (ISO), Geneva, Switzerland;
- ISO (2005a): *ISO 8216-1:2005, Petroleum products -- Fuels (class F) classification -- Part 1: Categories of marine fuels*. International Organization or Standardization (ISO), Geneva, Switzerland;
- ISO (2005b): *ISO 8217-1:2005, Petroleum products -- Fuels (class F) -- Specifications of marine fuels*. International Organization or Standardization (ISO), Geneva, Switzerland;
- KING, M. (1993): *Optical Properties of Marine Stratocumulus Clouds Modified by Ships*. Journal of Geophysical Research. Vol. 9X. No. D2, Pages 2719-2739;
- LLOYD'S MIU (2005): *Lloyd's Maritime Atlas on World Ports and Shipping Places*. Lloyd's Marine Intelligence Unit (MIU), London, UK;
- LLOYD'S REGISTER (1999): *Marine exhaust emissions. Quantification study – Final Report*. Environmental Engineering Department, Lloyds Register, London, UK;
- MARMER, E. & LANGMANN, B. (2005): *Impact of ship emissions on the Mediterranean summertime pollution and climate: A regional model study*. Atmospheric Environment, 39, 4659–4669;
- MARQUES, M. (2001): *Navegar. 2ª Edição*. Publicações Europa-América, Mem Martins, Portugal;
- MEA (2005): *Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Millennium Ecosystem Assessment (MEA), Island Press, Washington, DC, USA;
- KASIBHATLA, P., LEVY H. II, MOXIM W. J., PANDIS S. N., CORBETT J. J., PETERSON M. C., HONRATH R. E., FROST G. J., KNAPP K., PARRISH D. D., RYERSON T. B. (2000): *Do emissions from ships have a significant impact on concentrations of nitrogen oxides in the marine boundary layer?*. Geophysical Research Letters, Vol. 27, No. 15, Pages 2229-2232;
- PNUD (2007): *Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008*. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Nova York, EUA;
- FORBES K., SANTOS, F. D., MOITA, R. (2002): *Climate change in Portugal. Scenarios, impacts and adaptation measures – SIAM Project*. Gradiva, Lisbon, Portugal;
- SHARP, T. (2003): *MARPOL - How to do it: Manual on the practical implications of ratifying, implementing and enforcing MARPOL 73/78*. International Maritime Organization (IMO), London, UK;
- SKJØLSVIK, K. O., ANDERSEN, A. B., CORBETT, J. J., SKJELVIK, J. M. (2000): *Study of greenhouse gas emissions from ships - Final report to the International Maritime Organization*. MARINTEK, Trondheim, Norway;
- SONG, C. H., CHEN, G., HANNA, S. R., CRAWFORD, J., DAVIS, D. D. (2003): *Dispersion and chemical evolution of ship plumes in the marine boundary layer: investigation of O₃, NO_x, HO_x chemistry*. Journal of Geophysical Research, Vol. 108, No. D4 4143;
- STEINER, R. (1892): *Verdade e ciência; prelúdio para uma filosofia da liberdade*. Dissertação de doutoramento. Universidade de Rostock, Alemanha;
- TROZZI, C. & VACCARO, R. (1998): *Methodologies for estimating air pollutant emissions from ships*. Methodologies for calculating Emissions and Energy consumption from Transport (MEET), European Commission, Transport Research Fourth Framework Programme Strategic Research;
- UNCTD (2008): *Review on Maritime Transport 2008*. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTD), Geneva, Switzerland;
- UNFCC (2009): *Report of the individual review of the greenhouse gas inventories of Portugal submitted in 2007 and 2008*. United Nations Framework Convention on Climate Change, Bonn, Germany;
- VERMEIRE, M. (2008): *Everything You Need to Know About Marine Fuels*. Ghent: Chevron Global Marine Products, Belgium Products Technology Department, Belgium;
- WANG, H., CORBETT, J. J., FIRESTONE, J. (2008): *Improving Spatial Representation of Global Ship Emissions Inventories*. Environmental Science and Technology, 42 (1), 193-199;
- WHO (2007): *Global surveillance, prevention and control of chronic respiratory diseases, a comprehensive approach*. World Health Organization (WHO), Copenhagen, Denmark;
- WHO (2006): *Air quality guidelines – global update 2005. Particulate matter, ozone, Nitrogen dioxide and sulphur dioxide*. World Health Organization (WHO), Copenhagen, Denmark;
- WHO (2004): *Health aspects of air pollution. Results from the WHO project "Systematic review of health aspects of air pollution"*. World Health Organization (WHO), Copenhagen, Denmark;
- WINTHER, M. (2008a): *Fuel consumption and emissions from navigation in Denmark from 1990-2005– and projections from 2006-2030*. National Environmental Research Institute (NERI), University of Aarhus, Aarhus Denmark;
- WINTHER, M. (2008b): *New national emission inventory for navigation in Denmark*. Journal of Atmospheric Environment 42, 4632–4655, Science;
- WTO (2009): *World Trade Report 2009. Trade Policy commitments and Contingency Measures*. World Trade Organization (WTO), Geneva, Switzerland;

LEGISLAÇÃO

Decreto n.º 1/2008 - D.R. 1ª Série. 6 (09-01-2008). p. 183 – 207;

Decreto-Lei n.º 69/2008 - D.R. 1ª Série. 73 (14-04-2008). P. 2199 – 2211;

Decreto-Lei n.º 119/78 - D.R. 1ª Série. 125 (01-06-1978). p. 984 – 988;

Decreto-Lei n.º 236/2005 - D.R. I Série-A. 250 (30-12-2005). p. 7414 – 7486;

Decreto-Lei n.º 257/2002 - D.R. I Série-A. 250 (30-12-2005). p. 7414 – 7486;

Decreto-Lei n.º 281/2000 - D.R. I Série-A. 270 (22-11-2002). P. 7346 – 7357;

Directiva 1998/70/CE do Parlamento Europeu e do Conselho (JO L 350 de 28.12.1998);

Directiva 1999/32/CE do Conselho (JO L 121 de 11.5.1999);

Directiva 2004/26/CE do Parlamento Europeu e do Conselho (JO L 146 de 30.4.2004);

Directiva 2005/33/CE do Parlamento Europeu e do Conselho (JO L 191 de 22.7.2005);

Directiva 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho (JO L 152 de 11.6.2008);

Directiva 2009/30/CE do Parlamento Europeu e do Conselho (JO L 140 de 5.6.2009);

Lei n.º 34/2006 - *D.R. 1ª Série*. 145 (28-07-2006). p. 5374 – 5376;

Resolução da Assembleia da República n.º 60-B/97 - D.R. I Série-A. 238 (14-10-1997). p. 5486-(3) – 5486-(192);

Resolução do Conselho de Ministros n.º 9/2005 - D.R. I Série-B. 11 (17-01-2005). p. 283 – 284;

SÍTIOS NA INTERNET

(consultados entre 17 de Novembro de 2008 e 5 de Dezembro de 2009)

- URL 1: Conferência das Nações Unidas para o Comércio e Desenvolvimento (CNUCD), 10017 Nova York, EUA. <<http://www.unctad.org/>>
- URL 2: Organização das Nações Unidas (ONU), 10017 Nova York, EUA. <<http://www.un.org/>>
- URL 3: Organização Mundial do Comércio (OMC), CH-1211 Genebra, Suíça. <<http://www.wto.org/>>
- URL 4: Agência Portuguesa do Ambiente (APA), 2611 Amadora, Portugal. <<http://www.apambiente.pt/>>
- URL 5: Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (CQNUAC), D-53153 Bonn, Alemanha. <<http://unfccc.int/>>
- URL 6: Agência Europeia do Ambiente (AEA), 1050 Copenhaga, Dinamarca. <<http://www.eea.europa.eu/>>
- URL 7: Grupo de Investigação das Alterações Climáticas, Adaptação e Mitigação. <<http://www.siam.fc.ul.pt/>>
- URL 8: Enciclopédia da Terra, 20036 Washington, D.C., EUA. <<http://www.eoearth.org/>>
- URL 9: Estrutura de Missão Para a Extensão da Plataforma Continental (EMEPC), 2770-047 Paço D'Arcos, Portugal. <<http://www.emepc.pt/>>
- URL 10: Banco Mundial (BM), 20433 Washington, DC, EUA. <<http://www.worldbank.org/>>
- URL 11: Fundo de População das Nações Unidas (FPNU), 10017 Nova York, EUA. <<http://www.unfpa.org/>>
- URL 12: Organização Mundial de Saúde (OMS), 1211 Genebra, Suíça. <<http://www.who.int/>>
- URL 13: Agência para a Protecção Ambiental dos Estados Unidos (APAEU), 20004 Washington, DC, EUA. <<http://www.epa.gov/>>
- URL 14: Instituto Internacional para a Análise de Sistemas Aplicados (IIASA), A-2361 Luxemburgo, Áustria. <<http://www.iiasa.ac.at/>>
- URL 15: Avaliação Milenar de Ecossistemas (AME), 20002 Washington, D.C., USA. <<http://www.millenniumassessment.org/>>
- URL 16: Organização Marítima Internacional (OMI). SE1 7SR Londres, Reino Unido. <<http://www.imo.org/>>
- URL 17: Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas (PNUD), 10017 Nova York, EUA. <<http://www.undp.org/>>
- URL 18: Programa Cooperativo de Monitorização e de Avaliação do Transporte a Longa Distância de Poluentes Atmosféricos. Programa Europeu de Avaliação e Monitorização (PEAM), CH-1211 Genebra, Suíça. <<http://www.emep.int/>>
- URL 19: Agência Espacial Norte Americana (AENA), 20546-0001 Washington, D.C., EUA. <<http://www.nasa.gov/>>
- URL 20: Instituto Português e de Transportes Marítimos (IPTM), 1399-005 Lisboa, Portugal. <<http://www.imarpor.pt/>>
- URL 21: Instituto Nacional de Estatística (INE), 1000 Lisboa, Portugal. <<http://www.ine.pt/>>
- URL 22: Instituto Geográfico Português (IGP), 1099 Lisboa, Portugal. <<http://www.igeo.pt/>>
- URL 23: Administração dos Portos das Ilhas São Miguel e Santa Maria (APSM), 9500-247 Ponta Delgada, Portugal. <<http://www.apsm.pt/>>
- URL 24: Administração dos Portos da Região Autónoma da Madeira (APRAM), 9004-518 Funchal, Portugal. <<http://www.apram.pt/>>
- URL 25: Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (ANOA), 20230 Washington, DC, EUA. <<http://www.noaa.gov/>>
- URL 26: Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG), 1069-039 Lisboa, Portugal. <<http://www.dgge.pt/>>
- URL 27: Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento (FLAD), 1249-090 Lisboa, Portugal. <<http://www.flad.pt/>>
- URL 28: Marinha Portuguesa, 1100-148 Lisboa, Portugal. <<http://www.marinha.pt/>>
- URL 29: Universidade de Delaware (UD), 19716 Delaware, USA. <<http://www.udel.edu/>>
- URL 30: Comité Marítimo Internacional (CMI), 2000 Antuérpia, Bélgica. <<http://www.comitemaritime.org/>>
- URL 31: ESRI. <<http://www.esri.com/>>
- URL 32: Comissão Económica das Nações Unidas para a Europa (CENUE), CH-1211 Genebra, Suíça. <<http://www.unece.org/>>
- URL 33: Agência Europeia de Segurança Marítima (AESM), 1249-206 Lisboa, Portugal. <<http://www.emsa.europa.eu/>>
- URL 34: Instituto Hidrográfico, 1249-093 Lisboa, Portugal. <<http://www.hidrografico.pt/>>
- URL 35: Google Earth. <<http://earth.google.com/>>
- URL 36: Grupo Bureau Veritas. <<http://www.bureauveritas.com>>

- URL 37: Registo Lloyd's (RL), EC3M 4BS Londres, Reino Unido. <<http://www.lr.org/>>
- URL 38: Registo Internacional de Navios da Madeira (MAR). Centro Internacional de Negócios da Madeira (CINM). 9000-047 Funchal, Portugal. <<http://www.irc-madeira.com/>>
- URL 39: Associação Internacional das Sociedades de Classificação, SW1H 0BH Londres, Reino Unido. <<http://www.iacs.org.uk/>>
- URL 40: *EQUASIS*, 1249-206 Lisboa, Portugal. <<http://www.equasis.org/>>
- URL 41: Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações (MOPTC), 1149-050 Lisboa, Portugal. <<http://www.moptc.pt/>>
- URL 42: *ENTEC*. UK. <<http://www.entecuk.com/>>
- URL 43: Instituto Nacional de Pesquisa dos Transportes e a sua Segurança (INPTS), Bron, F-69675, França. <<http://www.inrets.fr/>>
- URL 44: Unidade de Informação Marítima da Lloyd's (UIM), EC2A 4LQ Londres, Reino Unido. <<http://www.lloydsniu.com/>>
- URL 45: Observação Voluntária de Navios. <<http://www.vos.noaa.gov/>>
- URL 46: Conjunto Internacional de Dados Compreensivos Oceano-Atmosfera, 20881 Carolina do Norte, EUA. <<http://icoads.noaa.gov/>>
- URL 47: Sistema de Salvamento de embarcações por Assistência mútua automatizada. <<http://www.amver.com/>>
- URL 48: *Publicações Thomas Reed*. <<http://www.reedsalmanac.com>>
- URL 49: *Jakota* Cruise Systems. D-18057 Rostock, Dinamarca. <<http://www.cruise-systems.com/>>
- URL 50: *Marinetraffic*. <<http://www.marinetraffic.com/ais/>>
- URL 51: Purple Finder. <<http://www.purplefinder.com/>>
- URL 52: Conselho Nacional do Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável, 1200-835 Lisboa, Portugal. <<http://www.cnads.pt/>>
- URL 53: Sistema Automático para a Navegação Marítima na Macaronésia (MACAIS). <<http://www.macaais.org/>>
- URL 54: Direcção Geral de Pescas e Aquicultura (DGPA), 1449-030 Lisboa, Portugal. <<http://www.dgpa.min-agricultura.pt/>>
- URL 55: Plataforma PORTMoS. <<http://www.portmos.com.pt/>>
- URL 56: Rede Transeuropeia de Transportes (RTE-T), 10 B-1040 Bruxelas, Bélgica. <<http://tentea.ec.europa.eu/en/home.htm>>
- URL 57: Estrutura de Missão para os Assuntos do Mar (EMAM), 1300 Lisboa, Portugal. <<http://www.emam.com.pt/>>
- URL 58: Instituto Marítimo de Flandres (IMF), B-8400 Oostende, Bélgica. <<http://www.vliz.be/>>
- URL 59: Registo Europeu de Emissão de Poluentes (REEP), 1050 Copenhaga, Dinamarca. <<http://www.eper.ec.europa.eu/>>
- URL 60: Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (ONUAA). 00153 Roma, Itália. <<http://www.fao.org/>>
- URL 61: *Siitech*, V7E 2A6 Richmond, Canada. <<http://www.siitech.com/>>
- URL 62: Galp Energia, 1600-209 Lisboa, Portugal. <<http://www.galpenergia.com/>>

GLOSSÁRIO

«Actividade Costeira»	Ao longo do litoral dentro do limite de visibilidade de 20 <i>mn</i> .
«Administração»	Governo do Estado sob cuja autoridade o navio opera. No caso de um navio autorizado a arvorar a bandeira de um Estado, a Administração é o Governo desse Estado. No caso de plataformas fixas ou flutuantes utilizadas na prospecção e exploração do leito do mar e do seu subsolo adjacente às costas, sobre as quais o Estado costeiro exerce o direito de soberania para fins de prospecção e exploração dos recursos naturais, a Administração é o governo do Estado costeiro em questão.
«Águas de Lastro»	Água armazenada em tanques de lastro contidos no navio, utilizada como contrapeso para aumentar a estabilidade e integridade estrutural do mesmo.
«Albedo»	Coeficiente específico de reflexão definido como o rácio da reflexão difusiva pela radiação electromagnética incidente.
«Alterações Climáticas»	Qualquer mudança significativa do estado do clima, resultante de uma alteração natural ou antropogénica, directa ou indirecta, da composição global da atmosfera, que possa ser identificada por intermédio de testes estatísticos, através de variações da média e variabilidade das suas propriedades, persistindo por um extenso período.
«Antropogénico»	Gerado por actividade Humana.
«Armador»	Empresa ou individuo responsável pela gestão e operação duma frota.
«Arqueação Bruta»	Volume interior do navio, equivalente à soma dos volumes de todos os espaços cobertos e fechados, em baixo ou por cima do convés.
«ATE»	Banca marítima com um conteúdo de enxofre superior a 1%.
«Autoridade Portuária»	Administrações portuárias e delegações regionais do IPTM, em cada porto.
«Autoridade Marítima»	Capitanias dos portos.
«Baixa-Mar»	Nível mínimo de uma maré vazante, também designada por maré-baixa.
«BTE»	Banca marítima com um conteúdo de enxofre inferior a 1%.
«Cabotagem»	Navegação entre 2 ou mais portos interiores, ou dois ou mais países (se internacional), por águas costeiras ou por vias navegáveis interiores, ou entre um porto costeiro e um fluvial.
«Carga Crítica»	Exposição a um ou mais poluentes abaixo da qual não se observam efeitos prejudiciais significativos em determinados elementos sensíveis específicos do ambiente.
«Concentração»	Quantidade de matéria sólida, líquida ou gasosa, por unidade de volume.

«Cruzeiro»	Navegação à velocidade, cuja eficiência em operação contínua do motor é máxima.
«DMA»	Gasóleo marítimo límpido e não misturado produzido a partir de querosene e fracções de gasóleo leve e pesado ($\rho_{15^{\circ}\text{C}}=890,0 \text{ kg/m}^3$, $1,40 < \nu_{40^{\circ}\text{C}} < 5,50 \text{ mm}^2/\text{s}$ (cSt), $[S]=1,50\% \text{ m/m}$).
«DMB»	Diesel marítimo produzido a partir de querosene e fracções de gasóleo leve e pesado ($\rho_{15^{\circ}\text{C}} < 900,0 \text{ kg/m}^3$, $\nu_{40^{\circ}\text{C}} < 11,0 \text{ mm}^2/\text{s}$ (cSt), $0,2 < [S] < 2,00\% \text{ m/m}$).
«DMC»	Diesel marítimo misturado com DMA, DMB ou fuelóleo intermediário até 10% e fuelóleo residual até 15% ($\rho_{15^{\circ}\text{C}} < 920,0 \text{ kg/m}^3$, $\nu_{40^{\circ}\text{C}} < 14,0 \text{ mm}^2/\text{s}$ (cSt), $0,2 < [S] < 2,00\% \text{ m/m}$).
«Dose»	Quantidade de uma substância que atravessa uma fronteira física do organismo.
«Embarcação»	Todas as construções cujo objectivo é a navegação independentemente do tamanho, propulsão, função ou construção (inclui navios, barcos, etc.).
«Emissão Atmosférica»	Libertação de uma substância para a atmosfera a partir de fonte pontual, móvel ou difusa.
«Emissões Fugitivas»	Emissões atmosféricas de gases ou vapores, não propositadas ou irregulares, associadas a equipamento pressurizado.
«Estado Membro»	Qualquer Estado membro da União Europeia.
«Eutrofização»	Concentração de nutrientes num meio, promovendo o crescimento descontrolado de seres vivos autotróficos, podendo conduzir à perda de biodiversidade, especialmente em meios oligotróficos.
«Exactidão»	Pressupõe que as emissões não são, sistematicamente, sobrestimadas nem subestimadas.
«Exposição»	Contacto com poluição atmosférica durante um determinado período de tempo. Unidades de concentração multiplicando pelo tempo.
«Factor de Carga»	Potência máxima de saída produzida continuamente em determinada condição de carga.
«Fontes em Linha»	Fontes de emissão de poluentes atmosféricos mais ou menos limitadas a um traçado estreito e longo, apresentando, de um modo geral, a particularidade de serem bastante flutuantes.
«Forçamento Radiativo»	Qualquer alteração do balanço radiativo à tropopausa, depois do reajusto das temperaturas na estratosfera ao equilíbrio radiativo, quando estas, se encontram fixas a níveis imperturbados. Utilizado para quantificar e classificar energeticamente o efeito inicial produzido pela influência natural ou antropogénica, interna ou externa, directa ou indirecta, de factores que conduzem às alterações climáticas. Um forçamento radiativo positivo, implica uma alteração positiva no balanço energético, implicando uma maior absorção da radiação e conduzindo ultimamente ao aquecimento. Um forçamento negativo implica exactamente o contrário (dado em W/m^2).
«Fuelóleo Destilado»	Fracção que entra em ebulição (por exemplo: gasolina, gasóleo, diesel, etc.).

«Fuelóleo Residual»	Fracção que não entra em ebulição (por exemplo: fuelóleo pesado, fuelóleo leve, etc.).
«Graneleiros»	Navio especializado no transporte de mercadorias a granel.
«Grupos de Risco»	Grupo populacional sujeito a determinados factores ou abarcando determinadas características, que o torna propenso a exacerbar ou adquirir determinada doença.
«Hidroviário»	Respeitante às estradas para embarcações.
«Impacte»	Qualquer alteração, adversa ou benéfica, resultante, total ou parcialmente, dos aspectos ambientais associados a um processo.
«Incerteza»	Falta de certeza relativamente a resultados da determinação de quantidades. A sua medida caracteriza a dispersão de valores em torno da média, descrevendo um intervalo de confiança que compreende 95% dos valores estimados.
« <i>In Situ</i> »	No sítio.
« <i>Integer</i> »	Tipo de dados que pode representar um subconjunto finito dos números inteiros.
«Lei Marítima»	Corpo legal de regras que governam os navios ou o transporte marítimo.
«MDMAV»	Motor diesel marítimo que opera a velocidades máximas maiores do que 900 <i>rpm</i> . Constituindo versões mais pequenas dos MDMV. Frequentemente utilizados em pequenas embarcações e como motores auxiliares de bordo.
«MDMMV»	Motor diesel marítimo de Média Velocidade, com uma constituição até 12 cilindros em linha ou 20 cilindros em V, geralmente com êmbolo de tronco " <i>trunk piston</i> ", operando num ciclo de quatro tempos a velocidades máximas entre 300 a 900 <i>rpm</i> . Capaz de desenvolver uma potência de saída de 100 a 2000 <i>kW/cilindro</i> e uma pressão média de travagem dos 10 aos 25 <i>bar</i> . São utilizados, quase sem excepção, nas embarcações de tamanho médio, frequentemente em instalações multi-motor e diesel-eléctrico, servindo o propósito tanto da propulsão principal como auxiliar.
«MDMBV»	Motor diesel marítimo do tipo cruzeta " <i>crosshead</i> " constituído por 4 a 12 cilindros, operando num ciclo de dois tempos até à velocidade máxima de 300 <i>rpm</i> , situando-se geralmente entre as 80 e as 140 <i>rpm</i> . Capaz de desenvolver uma potência de saída excedendo os 4000 <i>kW/cilindro</i> e com uma pressão média de travagem na ordem dos 17 <i>bar</i> . São os únicos utilizados exclusivamente para servir o propósito da propulsão principal e compreendem a maior proporção da potência instalada, e portanto consumo de combustível do sector.
«Mesoscala»	Dimensão geográfica do sistema meteorológico, situada entre a microescala e a escala sinóptica (entre 5 a 1000 km).
«Modelo Numérico de Qualidade do Ar»	Programa computacional que utiliza algoritmos matemáticos para simulação do escoamento, dispersão e reacções químicas de poluentes na atmosfera. Utilizados para estimar ou prever concentrações atmosféricas de poluentes a partir de determinadas fontes.

«Morbilidade»	Quantidade de portadores de determinadas doença em relação ao número de habitantes sãos em determinado local e momento.
«Mortalidade»	Quantidade de indivíduos que morrem em determinado intervalo de tempo numa certa região.
«Navegação»	Processo de leitura, determinação e controle da posição geográfica de uma embarcação em movimento.
«Navio»	Embarcação autopropulsionada apropriada para a navegação marítima ou interior, inclui embarcações de sustentação hidrodinâmica, veículos de sustentação por ar, submersíveis, estruturas flutuantes e plataformas fixas ou flutuantes.
«Meio Oligotrófico»	Meio pobre em nutrientes.
«Perímetro Molhado»	Perímetro de uma área de secção em contacto com um corpo de água.
«Pesca Internacional»	Actividade pesqueira cujo reabastecimento de combustível por parte das embarcações não é feita no território do país em causa.
«Pesca Nacional»	Actividade pesqueira cujo reabastecimento de combustível por parte das embarcações é feita no território do país em causa.
«Poluente Atmosférico»	Qualquer grandeza física, substância química ou agente biológico, sob a forma particulada (fase sólida ou líquida) ou gasosa, emitida para a atmosfera directamente a partir de uma fonte ou processo (poluente atmosférico primário) ou formada na mesma em resultado de reacções e interacções estabelecidas entre poluentes atmosféricos primários e componentes atmosféricos (poluente atmosférico secundário), em concentração ou tempo de vida tal, que seja susceptível de alterar as condições normais da qualidade do ar, criando situações de potencial, efectivo prejuízo e/ou desconforto, directo ou indirecto, às populações, impossibilitando o desempenho da sua actividade normal e/ou alterando por qualquer forma o equilíbrio ecológico de uma área, causando alterações adversas sobre o ar, a água, o solo, o clima, os recursos naturais, a fauna, a flora e suas inter-relações ou modificando por qualquer processo de natureza física, química ou biológica as matérias sujeitas à sua acção.
«Poluição Atmosférica»	Introdução na atmosfera pelo homem, directa ou indirectamente, de substâncias ou de energia que têm uma acção prejudicial, susceptíveis de causar uma qualquer alteração adversa numa determinada escala espacial (local, regional ou global), podendo colocar em perigo a saúde do homem, prejudicar recursos naturais e ecossistemas, deteriorar os bens materiais e a pôr em risco ou a prejudicar os valores estéticos e as outras legítimas utilizações do ambiente.
«Porte Bruto»	Peso máximo total de tudo o que as embarcações na frota podem transportar (carga, passageiros, água de lastro, etc.), dado em <i>TPB</i> .
«Potencia Nominal»	Potencia máxima estável, garantida em contínuo, que um motor pode suportar.

«Potencia de Saída»	Potencia mecânica no eixo do motor.
«Protocolos do Enxofre»	Estabelecem a redução das emissões atmosféricas deste composto e seus efeitos transfronteiriços.
«Proxy»	Conjunto de dados intermediários que se relacionam com o objecto de estudo.
«Qualidade do Ar»	Grau de poluição do ar resultante da presença de poluentes atmosféricos.
«Raster»	Tipo de imagem que contém uma descrição por pixel (mapa de <i>bits</i>).
«Risco»	Combinação da probabilidade, ou frequência de ocorrência de um determinado perigo com a magnitude das suas consequências.
«RME280»	Fuelóleo intermediário constituído por mistura de <i>RMG380</i> com <i>DMA</i> , <i>DMB</i> ou <i>DMC</i> ($\rho_{15^{\circ}\text{C}} < 9910,0 \text{ kg/m}^3$, $\nu_{40^{\circ}\text{C}} < 180,0 \text{ mm}^2/\text{s}$ (<i>cSt</i>), $[S] < 4,50\% \text{ m/m}$), inclui o RME180.
«RMG380»	Fuelóleo intermediário constituído por mistura de fuelóleo residual com gasóleo ($\rho_{15^{\circ}\text{C}} < 991,0 \text{ kg/m}^3$, $\nu_{50^{\circ}\text{C}} < 380,0 \text{ mm}^2/\text{s}$ (<i>cSt</i>), $[S] = 4,50\% \text{ m/m}$).
«Rota»	Qualquer linha de navegação seguida por uma embarcação
«Saúde»	Estado de completo bem-estar físico, mental e social e que não consiste apenas na ausência de doença ou enfermidade.
«Sistemas de Organização de Tráfego»	Constituem um conjunto de medidas de organização de tráfego, destinadas à redução de riscos no mar, inclui os esquemas de separação do tráfego, rotas com dois sentidos, vias recomendadas, zonas a evitar, zonas de tráfego costeiro, desvios, zonas de precaução e rotas de águas profundas. Os esquemas de separação do tráfego referem-se ao conjunto de regras obrigatórias de circulação, comunicáveis e aplicadas às zonas de maior densidade de rotas marítimas. Implicam a existência de um conjunto de serviços e sistemas de carácter operacional, administrativo e burocrático, info-estruturas e infra-estruturas logísticas.
«Tectos de Emissão»	Quantidades máximas de substâncias emitidas para a atmosfera durante um ano civil, em <i>kt</i> , medidas de controle e VLE, estabelecidas com vista a reduzir efeitos de acidificação, eutrofização e O_3 ao nível do solo.
«Tier»	Representa o nível de complexidade metodológica. Geralmente são providenciados três tipos. O primeiro corresponde ao mais básico, o segundo ao intermediário e o terceiro ao mais complexo e com maiores requisitos de dados. Os níveis Tier 2 e 3 são geralmente considerados como mais exactos.
«Tirocínio»	Primeira aprendizagem.
«Tráfego em Vias Navegáveis Interiores»	Segmento individual entre 2 portos fluviais ou de águas costeiras, via rios, canais e lagos.
«Tráfego Hidroviário Internacional»	Segmento individual entre um porto nacional e outro internacional, independentemente da bandeira de estado que a embarcação arvora.

«Tráfego Hidroviário Nacional»	Segmento individual entre dois portos do mesmo país, independentemente da bandeira de estado que a embarcação arvora.
«Poluição Transfronteiriça»	Poluição que cruza fronteiras.
«Tonelagem»	Medida de volume utilizada para definir a capacidade comercial dos navios.
«Veio de Manivelas»	Componente do motor que transforma o movimento linear dos êmbolos em movimento rotacional, também se designa por cambota.
«VTS»	Sistema onde se insere a comunicação directa, a rádio frequência muito alta por localização directa, ou " <i>Very High Frequency/Direct Finder</i> " (VHF/DF), a rede de comunicações " <i>Backbone</i> ", radares e AIS), obrigatórios.
«Vulnerabilidade»	Aspecto intrínseco das pessoas em risco. É função da exposição, sensibilidade e adaptação. Agravada por disparidades no desenvolvimento humano.

Anexo 1. INTRODUÇÃO

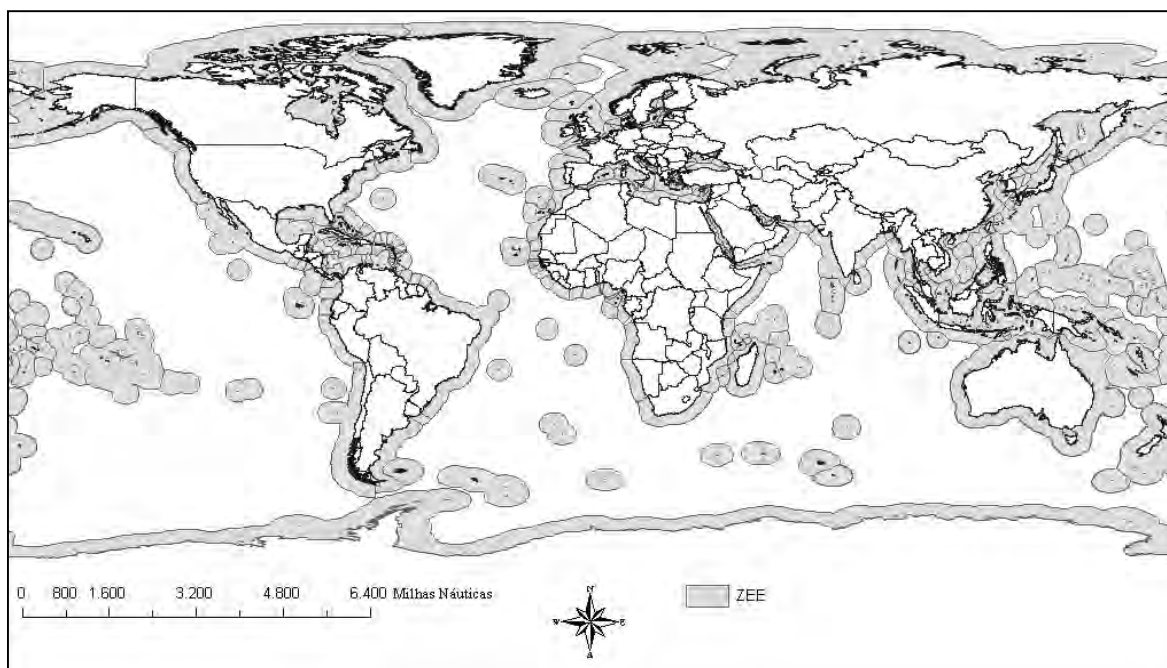


Fig. A.1.1 Zonas Económicas Exclusivas globais, reivindicadas à luz da CNUDM (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984) [URL 31; URL 58].

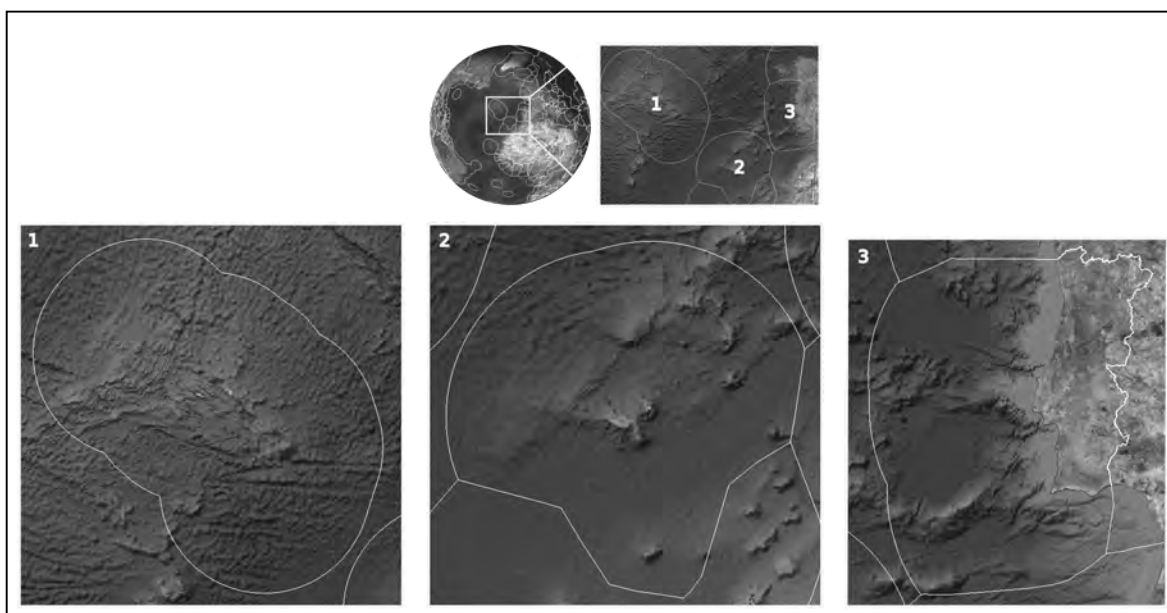


Fig. A.1.2 Projecção da abrangência das águas territoriais portuguesas. Constituída pela Subárea 1 dos Açores, Subárea 2 da Madeira e Subárea 3 do Continente. Elaborado em Google Earth [URL 35].

Tab. A.1.1 Áreas relativas ao território e às águas territoriais portuguesas [URL 22; URL 28].

	Área (km ²)				
	Território	Águas Interiores	Mar Territorial	ZEE	Busca e Salvamento (SAR)
Continente	88600	6510	16476	287715	
Arquipélago da Madeira	833	825	10823	442316	572438
Arquipélago da Açores	2331	6083	23660	926149	5220302
Total	91763	13419	50960	1656181	5792740

Tab. A.1.2 Principais impactos sobre a saúde humana e ambientais, associados a cada poluente descrito como relevante para o presente trabalho [WHO, 2004; WHO, 2006; WHO, 2007; BORRERO, C., 2008] [URL 6; URL 12; URL 13; URL 17; URL 59].

Poluentes	Impactos sobre a saúde humana	Grupos de risco	Impactos ambientais
CO ₂	Tóxico; Irritante; Perturbações cardíacas, neurológicas, visuais e auditivas; Alteração da função pulmonar (FEV1/FVC); Diminuição da capacidade de assimilação do oxigénio e morte por asfixia.	Crianças, idosos, indivíduos com esforço físico ou com diferentes condições clínicas, apenas quando expostos a concentrações significativamente elevadas.	Efeito estufa; Contribuição para o aquecimento global e alterações climáticas; Acidificação.
NO _x	Tóxico; Irritante; Frequência de sintomas respiratórios; Exacerbação do risco de infecções, de doenças e danos do sistema circulatório, respiratório e imunitário; Alteração da função pulmonar (FEV1/FVC); Exacerbação da reactividade a alérgenos; Morbilidade respiratória; Mortalidade.	Crianças e idosos, no geral; Indivíduos expostos a altas concentrações, com susceptibilidade genética ou com doenças respiratórias.	Acidificação; Contribuição indirecta para o aquecimento global, alterações climáticas e poluição fotoquímica.
CO	Tóxico; Perturbações cardiopulmonares; Angina de peito; EAM; Diminuição da capacidade de assimilação do oxigénio e morte por asfixia; Malformações fetais.	Crianças e idosos, no geral; Indivíduos expostos a altas concentrações, que realizam tarefas complexas, com doenças cardiovasculares, respiratórias ou anemia.	Contribuição indirecta para a poluição fotoquímica.
SO _x	Tóxico; Exacerbação de doenças do sistema circulatório e respiratório; Alteração da função pulmonar (FEV1/FVC); Condições restritivas; Danos respiratórios.	Crianças e idosos, no geral; Asmáticos; Indivíduos que realizam tarefas complexas.	Acidificação; Contribuição indirecta para a poluição fotoquímica; Danos sobre ecossistemas, materiais e infra-estruturas; Pode ser benéfico na redução da incidência de doenças nas plantas, dependendo da concentração.
COV	Tóxico; Irritante; Actividade mutagénica e cancerígena; Perturbações do sistema nervoso central e reprodutivo; Danos do sistema respiratório, urinário e digestivo; Diminuição da capacidade de assimilação do oxigénio e morte por asfixia; Malformações fetais.		Efeito estufa (CH ₄); Contribuição directa/indirecta para o aquecimento global, alterações climáticas e poluição fotoquímica.
Matéria particulada	Cancerígeno; Irritante; Doenças e danos do sistema circulatório e respiratório; Arritmia; Distúrbio endotelial e vascular; Trombose arterial; EAM; Inflamação pulmonar e sistémica; Alteração da função pulmonar (FEV1/FVC); Stress oxidativo; Morbilidade respiratória; Mortalidade.	Crianças e idosos, no geral; Diabéticos; Indivíduos expostos a altas concentrações, que realizam tarefas complexas, com doenças cardiovasculares e respiratórias.	Alterações climáticas; Depleção da camada de ozono estratosférico; Acidificação; Eutrofização; Visibilidade reduzida.
Metais pesados	Cancerígeno; Doenças e danos do sistema nervoso central, circulatório, respiratório, digestivo, urinário, reprodutivo; Mortalidade; Malformações fetais.	Crianças e idosos, no geral; Indivíduos expostos a altas concentrações, com susceptibilidade genética, que realizam tarefas complexas ou com doenças respiratórias.	Efeito estufa; Contribuição para o aquecimento global, alterações climáticas e poluição fotoquímica; Danos sobre ecossistemas, materiais e infra-estruturas.
O ₃	Irritante; Doenças e danos do sistema circulatório e respiratório; Inflamação do sistema respiratório; Alteração da função pulmonar (FEV1/FVC); Condições restritivas permanentes; Morbilidade respiratória; Mortalidade.		
Tóxicos	Actividade mutagénica, cancerígena e alérgica; Perturbações do sistema nervoso central, circulatório, respiratório, imunitário e digestivo; Asma; Malformações fetais.		

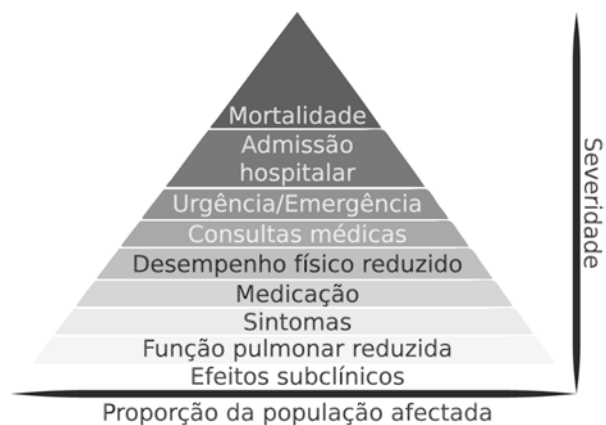


Fig. A.1.3 Pirâmide de efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde humana, com os efeitos mais incomuns no topo e os medianamente comuns na base.

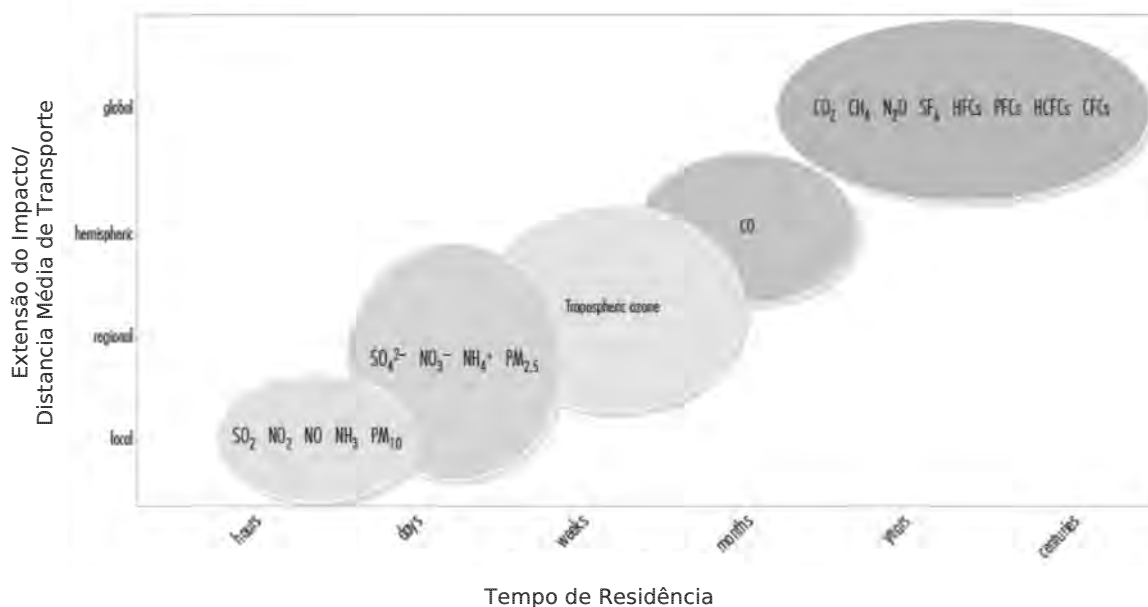


Fig. A.1.4 Poluentes atmosféricos seleccionados, o seu tempo de residência médio na atmosfera e a máxima extensão do seu impacto ou distancia média de transporte [URL 6].



Fig. A.1.5 Será que a chuva ácida mata as árvores? Vão se montando evidências [FAO, 1985] [URL 60].



Fig. A.1.6 Fotografia da biomassa algal na margem de um lago Canadano, resultante de um florescimento descontrolado influenciado por um escoamento superficial agrícola [FAO, 1996] [URL 60].

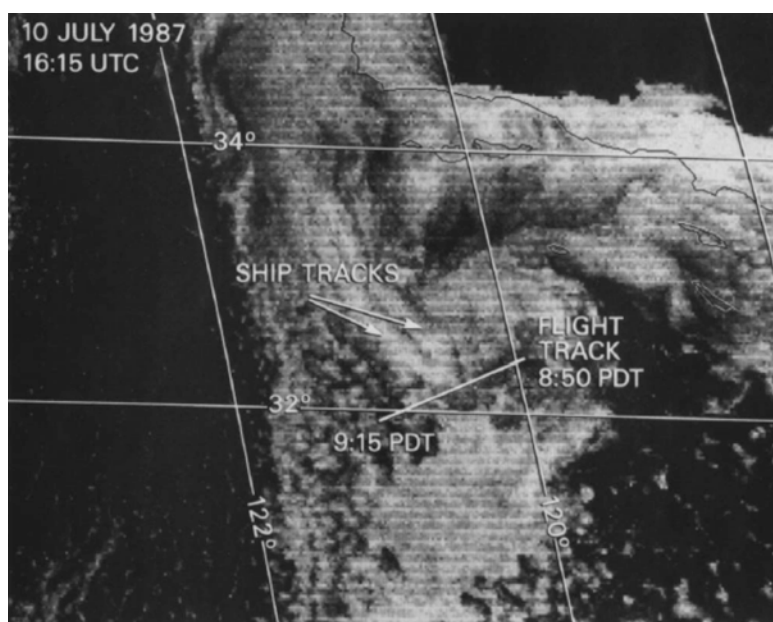


Fig. A.1.7 Imagem de satélite de dois rastros paralelos não permanentes associados aos penachos de navios, penetrado pelo percurso da aeronave, em nuvens do tipo estratocúmulos no decurso da investigação elaborada por KING (1993).

Anexo 2. PLANEAMENTO

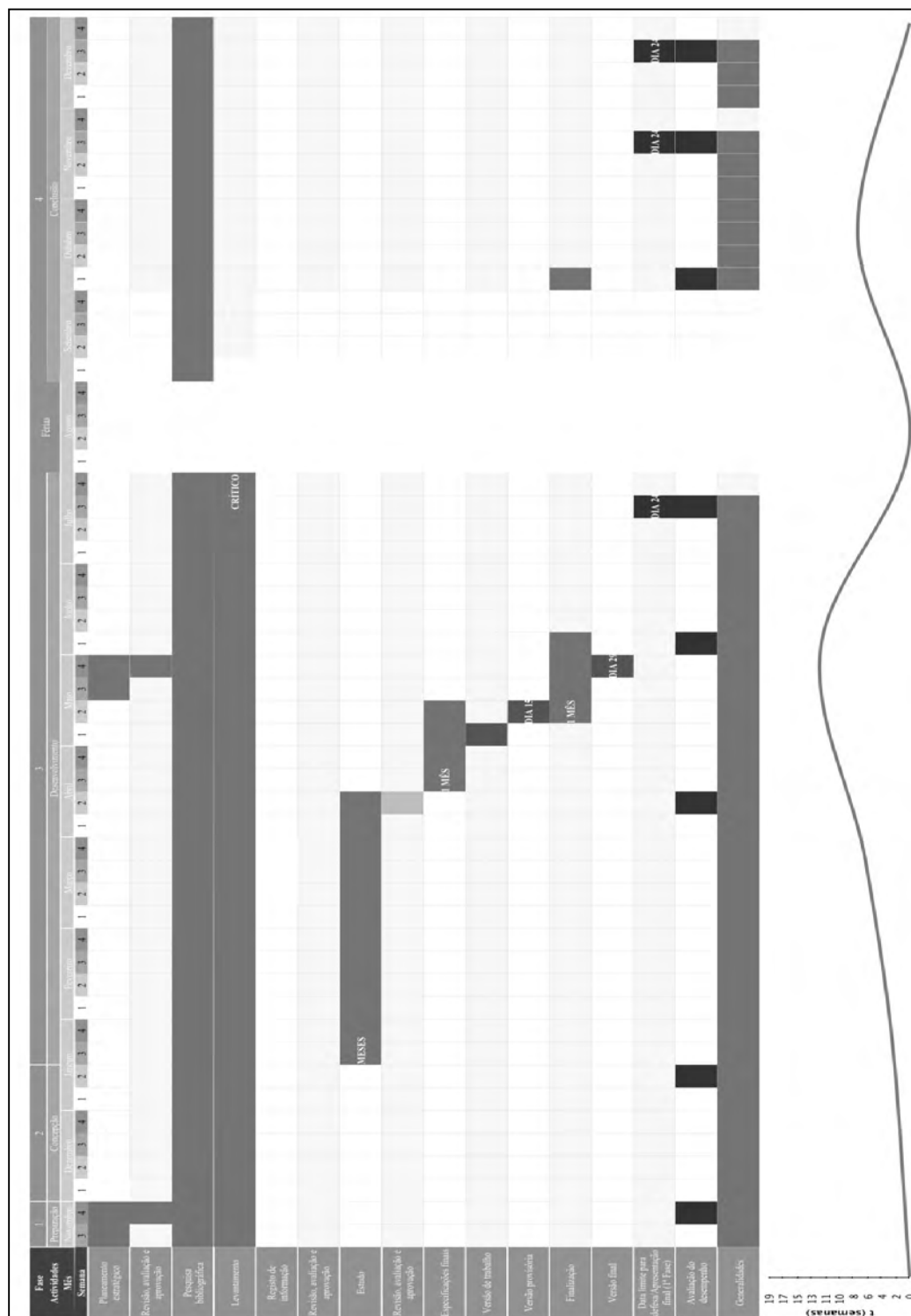


Fig. A.2.1 Calendarização e estimativa de carga de trabalho por Fase do planeamento.

Direcção Geral de Energia e Geologia,
Divisão de Estatística
Av. 5 de Outubro, nº 87,
1069-039 Lisboa
Portugal

Aveiro, 22 de Dezembro de 2008

ASSUNTO: Pedido de colaboração

Exmo. Senhor

No âmbito do cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, está a decorrer no Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro, sob a minha orientação, a Tese intitulada *"Inventário de emissões atmosféricas relativas ao tráfego marítimo em Portugal"*. Esta, tem como principal objectivo, contribuir para a estimativa do impacto do tráfego marítimo na qualidade do ar.

O trabalho a desenvolver pelo aluno, Ricardo T. Costa, implica uma inventariação detalhada de emissões para a atmosfera. Nesse sentido, e, para além de informar V. Ex.^a sobre o trabalho em curso, solicito a colaboração no que se refere à disponibilização de dados relativos às quantidades de combustível naval, colocado no mercado Português (Continente e Arquipélagos), desde o ano de 2006 até ao momento. A diferenciação do tipo de combustível consumido em Combustível Naval: Óleo Diesel naval (MDO/DMB, MDO/DMC) e Gasóleo Naval (MGO/DMX, MGO/DMA) e por sector de actividade marítima, portuária e fluvial (transporte de passageiros, mercadorias, embarcações militares, actividade pesqueira e tráfego internacional), será uma mais valia importante para o trabalho, pois as emissões dependem do tipo de combustível e do tipo de embarcação.

Fico ao Seu dispor na eventualidade de qualquer esclarecimento. Agradeço, desde já, a atenção e aproveito a oportunidade para apresentar a Vossa Excelência os meus cumprimentos e um voto de Boas Festas.

A Orientadora da Tese,

(Prof.^a Dr.^a Ana Isabel Miranda)

Exma. Chefe de Divisão de
Planeamento e Estatística Maria Luísa
Portugal Basílio, Direcção Geral de
Energia e Geologia, Divisão de
Estatística.

Av. 5 de Outubro, nº 87,
1069-039 Lisboa
Portugal

Aveiro, 21 de Janeiro de 2009

ASSUNTO: Agradecimento

Exma. Chefe de Divisão de Planeamento e Estatística Maria Luísa Portugal Basílio,
venho por este meio agradecer em meu nome, do Departamento de Ambiente e
Ordenamento da Universidade de Aveiro e em nome do aluno Ricardo André Tavares
da Costa, pela prontidão da resposta dada e pela atenção dirigida ao assunto.

Com os melhores cumprimentos.

A Orientadora da Tese,

(Prof.^a Dr.^a Ana Isabel Miranda)

Exma. Sra. Natércia Cabral
Presidente do Conselho Directivo
Instituto Portuário e dos Transportes
Marítimos, I.P.
Edif. Vasco da Gama,
Rua General Gomes Araújo,
1399-005 Lisboa
Portugal

Aveiro, 22 de Dezembro de 2008

Assunto: Pedido de colaboração

Exma. Senhora Presidente do Conselho Directivo,

No âmbito do cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, está a decorrer no Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro, sob a minha orientação, a Tese intitulada *“Inventário de emissões atmosféricas relativas ao tráfego marítimo em Portugal”*. Esta, tem como principal objectivo, contribuir para a estimativa do impacto da poluição atmosférica derivada do tráfego marítimo, na qualidade do ar e a nível nacional.

O trabalho a desenvolver pelo aluno, Ricardo T. Costa, implica uma inventariação detalhada de emissões. Nesse sentido, e para além de informar V. Ex.^a sobre o trabalho em curso, solicito a colaboração no que se refere à disponibilização de dados relativos às movimentações detalhadas das embarcações ou classes de embarcações (contagens, local de partida, local de chegada, hora de partida, hora de chegada, distância percorrida, quantidade de combustível consumido e tipo de embarcação), em Portugal (Continental e Arquipélagos), desde o ano de 2006 até ao momento. A informação técnica por embarcação ou classe de embarcações (Arqueação Bruta de Registo, tipo de combustível consumido e tonelagem de peso morto), será também uma mais valia, importante para o trabalho.

Fico ao Seu dispor, na eventualidade de qualquer esclarecimento. Agradeço, desde já, a atenção e aproveito a oportunidade para apresentar a Vossa Excelência os meus cumprimentos e votos de Boas Festas.

A Orientadora da Tese,

(Prof.^a Dr.^a Ana Isabel Miranda)

Comunicação estabelecida adicionalmente, em conferência
e por correio electrónico

Exm. Sr.
Eng. José Maciel,
Director dos Serviços de
Segurança Marítima, IPTM, I.P.
Edif. Vasco da Gama, Rua
General Gomes Araújo,
1399-005 Lisboa
Portugal

Aveiro, 26 de Fevereiro de 2009

ASSUNTO: Agradecimento

VOSSA REFERÊNCIA:

Exm. Sr. Eng.,

Na sequência do pedido de colaboração, no âmbito da Tese de Mestrado intitulada "*Inventário de emissões atmosféricas relativas ao tráfego marítimo em Portugal*", a decorrer na Universidade de Aveiro, venho por este meio agradecer em meu nome e em nome do aluno Ricardo T. Costa, a prontidão da resposta, bem como a atenção dirigida ao assunto.

Com os melhores cumprimentos.

A Orientadora da Tese,

(Prof.^a Dr.^a Ana Isabel Miranda)

Exmo. Presidente do Conselho
Administrativo da APRAM.
Av. Sá Carneiro n.º 3, 4 e 5
9004-518 Funchal
Portugal

ASSUNTO: Pedido de colaboração

Exmo. Senhor Presidente do Conselho Administrativo da APRAM,

No âmbito do cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, está a decorrer no Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro, sob a minha orientação, a Tese intitulada *"Inventário de emissões atmosféricas relativas ao tráfego marítimo em Portugal"*. Esta, tem como principal objectivo, contribuir para a estimativa do impacto da poluição atmosférica derivada do tráfego marítimo, na qualidade do ar e a nível nacional. O trabalho a desenvolver pelo aluno, Ricardo T. Costa, implica uma inventariação detalhada de emissões. Nesse sentido, e para além de informar V. Ex.ª sobre o trabalho em curso, solicito a colaboração no que se refere à disponibilização de dados relativos às movimentações detalhadas das embarcações ou classes de embarcações (contagens, local de partida, local de chegada, hora de partida, hora de chegada, distância percorrida, quantidade de combustível consumido e tipo de embarcação), para a Região Autónoma da Madeira, desde o ano de 2006 até ao momento. A informação técnica por embarcação ou classe de embarcações (Arqueação Bruta de Registo, tipo de combustível consumido e tonelagem de peso morto), será também uma mais valia, importante para o trabalho. É do meu conhecimento, a existência de um sistema AIS de controle de tráfego marítimo, englobado dentro do projecto *Macaís*, dados provenientes deste mesmo programa seriam muito interessantes. Fico ao Seu dispor, na eventualidade de qualquer esclarecimento.

Agradeço, desde já, a atenção e aproveito a oportunidade para apresentar a Vossa Excelência os meus cumprimentos e votos de Boas Festas.

A Orientadora da Tese,

(Prof.ª Dr.ª Ana Isabel Miranda)

Comunicação adicionalmente estabelecida por correio electrónico e telemóvel

Exmo. Presidente do Conselho
Administrativo da APRAM.
Av. Sá Carneiro n.º 3, 4 e 5
9004-518 Funchal
Portugal

Aveiro, 5 de Maio de 2009

ASSUNTO: Agradecimento

Exm. Sr. Presidente do Conselho Administrativo da APRAM,

Na sequência do pedido de colaboração, no âmbito da Tese de Mestrado intitulada “Inventário de emissões atmosféricas relativas ao tráfego marítimo em Portugal”, a decorrer na Universidade de Aveiro, venho por este meio agradecer em meu nome e em nome do aluno Ricardo T. Costa a resposta ao pedido de colaboração e a atenção dirigida ao assunto.

Com os melhores cumprimentos.

A Orientadora da Tese,

(Prof.^a Dr.^a Ana Isabel Miranda)

Exmo. Presidente do Conselho de
Administração da APSM.
Rua Teófilo Braga, n.º 1
9500-247 Ponta Delgada
Portugal

Aveiro, 21 de Janeiro de 2009

ASSUNTO: Pedido de colaboração

Exmo. Senhor Presidente do Conselho de Administração da APSM,

No âmbito do cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, está a decorrer no Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro, sob a minha orientação, a Tese intitulada “Inventário de emissões atmosféricas relativas ao tráfego marítimo em Portugal”. Esta, tem como principal objectivo, contribuir para a estimativa do impacto da poluição atmosférica derivada do tráfego marítimo, na qualidade do ar e a nível nacional.

O trabalho a desenvolver pelo aluno, Ricardo T. Costa, implica uma inventariação detalhada de emissões. Nesse sentido, e para além de informar V. Ex.^a sobre o trabalho em curso, solicito a colaboração no que se refere à disponibilização de dados relativos às movimentações detalhadas das embarcações ou classes de embarcações (contagens, local de partida, local de chegada, hora de partida, hora de chegada, distância percorrida, quantidade de combustível consumido e tipo de embarcação), para a Região Autónoma dos Açores desde o ano de 2006 até ao momento. A informação técnica por embarcação ou classe de embarcações (Arqueação Bruta de Registo, tipo de combustível consumido e tonelagem de peso morto), será também uma mais valia, importante para o trabalho. É do meu conhecimento, a existência de um sistema AIS de controle de tráfego marítimo, englobado dentro do projecto *Macaís*, dados provenientes deste mesmo programa seriam muito interessantes.

Fico ao Seu dispor, na eventualidade de qualquer esclarecimento.

Agradeço, desde já, a atenção e aproveito a oportunidade para apresentar a Vossa Excelência os meus cumprimentos.

A Orientadora da Tese,

(Prof.^a Dr.^a Ana Isabel Miranda)

Comunicação adicionalmente estabelecida por correio electrónico e telemóvel

Exmo. Presidente do
Conselho de
Administração da APSM.
Rua Teófilo Braga, n.º 1
9500-247 Ponta Delgada
Portugal

Aveiro, 5 de Maio de 2009

ASSUNTO: Agradecimento

Exm. Sr. Presidente do Conselho de Administração da APSM,

Na sequência do pedido de colaboração, no âmbito da Tese de Mestrado intitulada “Inventário de emissões atmosféricas relativas ao tráfego marítimo em Portugal”, a decorrer na Universidade de Aveiro, venho por este meio agradecer em meu nome e em nome do aluno Ricardo T. Costa a resposta ao pedido de colaboração e a atenção dirigida ao assunto.

Com os melhores cumprimentos.

A Orientadora da Tese,

(Prof.ª Dr.ª Ana Isabel Miranda)

Comunicação foi estabelecida directamente por correio electrónico

Exmo. Sr. Contra-
Almirante Monteiro
Montenegro
Chefe do Gabinete do
Chefe de Estado-Maior da
Armada
Praça do Comércio
1100 - 148 Lisboa
Portugal

Aveiro, 22 de Dezembro de 2008

ASSUNTO: Pedido de colaboração

Exmo. Senhor Chefe do Gabinete do Chefe de Estado-Maior da Armada,

No âmbito do cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, está a decorrer no Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro, sob a minha orientação, a Tese intitulada "*Inventário de emissões atmosféricas relativas ao tráfego marítimo em Portugal*". Esta, tem como principal objectivo, contribuir para a estimativa do impacto da poluição atmosférica derivada do tráfego marítimo, na qualidade do ar e a nível nacional.

O trabalho a desenvolver pelo aluno, Ricardo T. Costa, implica uma inventariação detalhada de emissões. Nesse sentido, e para além de informar V. Ex.^a sobre o trabalho em curso, solicito a colaboração no que se refere à disponibilização de dados relativos às movimentações detalhadas das embarcações militares ou classes de embarcações (contagens, local de partida, local de chegada, hora de partida, hora de chegada, distância percorrida, quantidade de combustível consumido e tipo de embarcação), em Portugal (Continental e Arquipélagos), desde o ano de 2006 até ao momento. A informação técnica por embarcação ou classe de embarcações (Arqueação Bruta de Registo, tipo de combustível consumido e tonelagem de peso morto), será também uma mais valia, importante para o trabalho.

Fico ao Seu dispor, na eventualidade de qualquer esclarecimento. Agradeço, desde já, a atenção e aproveito a oportunidade para apresentar a Vossa Excelência os meus cumprimentos e votos de Boas Festas.

A Orientadora da Tese,

(Prof.^a Dr.^a Ana Isabel Miranda)

Esta carta não chegou a ser enviada. Adicionalmente a comunicação foi estabelecida directamente por correio electrónico, em reunião e por telemóvel

Exmo. Sr. Eng. Pedro Torres,
Departamento de Alterações
Climáticas, Ar e Ruído da
Agencia Portuguesa do
Ambiente.

Apartado 7585
2611-865 Amadora
Portugal

Assunto: Pedido de colaboração.

Aveiro, 5 de Maio de 2009

Exmo. Sr. Eng. Pedro Torres,

no âmbito do cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, está a decorrer no Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro, sob a minha orientação, a Tese intitulada "*Impacto das emissões atmosféricas relativas à navegação dentro da Zona Económica Exclusiva Portuguesa*". Esta, tal como o nome indica, tem como objectivo contribuir para a estimativa e entendimento relativamente aos impactos da poluição atmosférica associada à navegação, na qualidade do ar e a nível nacional. O trabalho a desenvolver pelo aluno, Ricardo T. Costa, implica entre outros objectivos uma inventariação detalhada de emissões para posterior representação espacial. Nesse sentido, e para além de informar V. Ex.^a sobre o trabalho em curso, solicito a colaboração no que se refere à disponibilização de dados relativos às movimentações detalhadas das embarcações (actividade), em Portugal (Continental e Arquipélagos), desde o ano de 2006 até ao momento. A informação técnica desagregada por embarcação (Arqueação Bruta de Registo, tipo de combustível consumido e tonelagem de peso morto), é extremamente necessária para o trabalho, constituindo um dos requisitos para correr o modelo numérico pretendido e obter a representação espacial desejada dentro da Zona Económica Exclusiva. Fico ao Seu dispor, na eventualidade de qualquer esclarecimento. Agradeço desde já a atenção e aproveito a oportunidade para apresentar a Vossa Excelência os meus melhores cumprimentos.

A Orientadora da Tese,

(Prof.^a Dr.^a Ana Isabel Miranda)

Comunicação estabelecida por correio electrónico

Ph.D. Associate Professor
James J. Corbett

University of Delaware
College of Marine and Earth
Studies
305 Robinson Hall
Newark, Delaware
DE 19716 , U.S.A.

Ph.D. Associate Professor
Ana Isabel Miranda

Universidade de Aveiro
Departamento de
Ambiente e
Ordenamento

Campus Universitário de
Santiago
3810-193 Aveiro,
Portugal

2nd November 2009

SUBJECT: Request for collaboration.

Dear Mr. James J. Corbett,

in the context of fulfilling the necessary pre-requisites to obtain the M.Sc. Degree in Environmental Engineering and for the time being is taking place at the Department of Environment and Spatial Planning of the University of Aveiro, under my supervision, the Thesis entitled as "*Impact of emissions from shipping in the Portuguese Exclusive Economic Zone*" (not definitive). The work tries to contribute to a better estimate and understanding of the emission from shipping in the Portuguese EEZ. Also, it's impacts on national air quality. The student Ricardo T. Costa, during is research period, followed and studied your work extensively and it's possible applications in his Thesis. He reached the conclusion that it would be interesting to run the Ship Traffic, Energy and Environment Model (STEEM), developed by Wang *et al.* in the Portuguese EEZ. In this regard and after informing your Excellency about the work being developed, I write to ask if the model can be run for the Portuguese EEZ and what are the requirements to run it? Presently the student has the national disaggregated shipping activity data and lacks the international. If the answer's affirmative is there any possibility to access the model itself including the VBA application, so he could try to make a spatial representation of it's data, together with the international shipping from the model?

I'll be available for any question or information to further clarify this request and I take the opportunity to present your Excellency with my best compliments.

The thesis supervisor,

(Associate Prof. *Ph.D.* Ana Isabel Miranda)

VENDAS A BANCAS MARÍTIMAS - 2007
Gasóleo

Porto / Ilhas	Barcos Nacionais						Barcos estrangeiros						Total				
	Pesca de Alto Mar	Pesca do Bacalhau	Pesca Costeira	Armada	Navios Tanque	Longo Curso	Outros	Sub-Total	Pesca de Alto Mar	Pesca do Bacalhau	Pesca Costeira	Armada		Navios Tanque	Longo Curso	Outros	Sub-Total
Continente	8.622	638	0	6.772	4.407	10.220	11.228	41.887	290	0	0	0	27	7.972	28.866	7.284	44.440
R.A. da Madeira	5.800	0	0	0	0	0	33	6.013	2.024	0	0	0	0	0	0	26	2.050
R.A. dos Açores	163	0	0	0	284	371	5.695	6.512	105	0	0	837	724	3.728	1.724	7.118	
Total	14.765	638	0	6.772	4.691	10.591	16.956	54.412	2.419	0	0	864	8.996	32.594	9.034	53.607	

Gasóleo Colorido

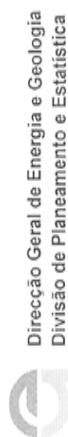
Porto / Ilhas	Barcos Nacionais						Barcos estrangeiros						Total				
	Pesca de Alto Mar	Pesca do Bacalhau	Pesca Costeira	Armada	Navios Tanque	Longo Curso	Outros	Sub-Total	Pesca de Alto Mar	Pesca do Bacalhau	Pesca Costeira	Armada		Navios Tanque	Longo Curso	Outros	Sub-Total
Continente	12.152	1.098	25.360	0	0	0	5.796	44.406	1.692	0	0	0	0	0	0	381	2.073
R.A. da Madeira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R.A. dos Açores	0	2.305	0	0	0	0	2.305	2.305	0	0	0	0	0	0	0	0	2.305
Total	12.152	1.098	27.665	0	0	0	5.796	46.711	1.692	0	0	0	0	0	0	381	2.073

Thick fuel oil

Porto / Ilhas	Barcos Nacionais						Barcos estrangeiros						Total				
	Pesca de Alto Mar	Pesca do Bacalhau	Pesca Costeira	Armada	Navios Tanque	Longo Curso	Outros	Sub-Total	Pesca de Alto Mar	Pesca do Bacalhau	Pesca Costeira	Armada		Navios Tanque	Longo Curso	Outros	Sub-Total
Continente	0	0	0	0	6.618	31.951	20.741	59.341	0	0	0	0	222.336	146.027	17.577	386.039	445.380
R.A. da Madeira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.394	0	5.394	5.394
R.A. dos Açores	0	0	0	0	492	0	130	622	0	0	0	0	961	5.450	1.499	8.911	9.533
Total	0	0	0	0	7.110	31.951	20.871	59.963	0	0	0	0	223.297	157.871	19.176	400.344	460.306

Thin fuel oil

Porto / Ilhas	Barcos Nacionais										Barcos estrangeiros							Total
	Pesca de			Armada	Navios		Longo	Outros	Sub-Total	Pesca de		Armada	Navios		Longo	Outros	Sub-Total	
	Alto Mar	Bacalhau	Costeira		Alto Mar	Bacalhau				Costeira	Tanque		Curso	Tanque				
Continente	0	0	0	0	5.045	15.717	5.730	26.492	0	0	0	0	17.559	33.310	6.952	58.271	84.763	
R.A. da Madeira	0	0	0	0	0	4.145	0	4.145	0	0	0	0	0	3.736	0	3.736	7.881	
R.A. dos Açores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	0	0	0	0	5.045	19.862	5.730	30.637	0	0	0	0	17.559	37.045	6.952	62.006	92.643	



Direção Geral de Energia e Geologia
Divisão de Planeamento e Estatística

VENDAS A BANCAS MARÍTIMAS - 2006
Gasóleo

Porto / Ilhas	Barcos Nacionais										Barcos estrangeiros										Total
	Pesca de Alto Mar	Pesca do Bacalhau	Pesca Costeira	Armada	Navios Tanque	Longo Curso	Outros	Sub-Total	Pesca de Alto Mar	Pesca do Bacalhau	Pesca Costeira	Armada	Navios Tanque	Longo Curso	Outros	Sub-Total	Pesca de Alto Mar	Pesca do Bacalhau	Pesca Costeira	Armada	
Continente	9.092	6	2.414	7.824	4.198	12.029	12.995	48.559	913	0	0	830	8.174	23.823	8.311	42.052	0	0	0	0	90.611
R.A. da Madeira	7.822	0	0	0	0	0	0	7.822	2.097	0	0	0	0	0	27	2.124	0	0	0	0	9.945
R.A. dos Açores	4.816	0	732	0	682	480	9.231	15.941	50	0	0	1.162	149	1.887	3.383	6.631	0	0	0	0	22.572
Total	21.730	6	3.145	7.824	4.880	12.510	22.227	72.322	3.060	0	0	1.992	8.323	25.711	11.721	60.806	0	0	0	0	123.129

Gasóleo Colorido

Porto / Ilhas	Barcos Nacionais										Barcos estrangeiros										Total
	Pesca de Alto Mar	Pesca do Bacalhau	Pesca Costeira	Armada	Navios Tanque	Longo Curso	Outros	Sub-Total	Pesca de Alto Mar	Pesca do Bacalhau	Pesca Costeira	Armada	Navios Tanque	Longo Curso	Outros	Sub-Total	Pesca de Alto Mar	Pesca do Bacalhau	Pesca Costeira	Armada	
Continente	9.570	0	31.256	0	0	0	3.886	44.713	872	0	0	54	0	0	139	1.065	0	0	0	0	45.777
R.A. da Madeira	136	0	309	0	0	0	0	445	0	0	0	0	0	0	0	445	0	0	0	0	881
R.A. dos Açores	47	0	1.281	0	0	0	0	1.327	0	0	0	0	0	0	0	1.327	0	0	0	0	1.327
Total	9.753	0	32.846	0	0	0	3.886	46.485	872	0	0	54	0	0	139	1.065	0	0	0	0	47.550

Thick fuel oil

Porto / Ilhas	Barcos Nacionais										Barcos estrangeiros										Total
	Pesca de Alto Mar	Pesca do Bacalhau	Pesca Costeira	Armada	Navios Tanque	Longo Curso	Outros	Sub-Total	Pesca de Alto Mar	Pesca do Bacalhau	Pesca Costeira	Armada	Navios Tanque	Longo Curso	Outros	Sub-Total	Pesca de Alto Mar	Pesca do Bacalhau	Pesca Costeira	Armada	
Continente	0	0	0	0	14.771	17.645	19.497	51.913	0	0	0	0	235.277	125.364	9.310	369.952	0	0	0	0	421.864
R.A. da Madeira	0	0	0	0	0	226	0	226	0	0	0	0	0	5.115	0	5.115	0	0	0	0	5.341
R.A. dos Açores	0	0	0	0	559	0	0	559	0	0	0	0	1.466	2.583	1.351	5.411	0	0	0	0	8.970
Total	0	0	0	0	15.330	17.871	19.497	52.698	0	0	0	0	236.744	133.062	10.672	380.478	0	0	0	0	433.176

Thin fuel oil

Porto / Ilhas	Barcos Nacionais										Barcos estrangeiros										Total
	Pesca de Alto Mar	Pesca do Bacalhau	Pesca Costeira	Armada	Navios Tanque	Longo Curso	Outros	Sub-Total	Pesca de Alto Mar	Pesca do Bacalhau	Pesca Costeira	Armada	Navios Tanque	Longo Curso	Outros	Sub-Total	Pesca de Alto Mar	Pesca do Bacalhau	Pesca Costeira	Armada	
Continente	0	0	0	0	5.084	13.236	8.763	27.082	0	0	0	0	19.534	26.655	4.902	51.091	0	0	0	0	78.174
R.A. da Madeira	0	0	0	0	0	70	0	70	0	0	0	0	0	2.298	0	2.298	0	0	0	0	2.369
R.A. dos Açores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	0	5.084	13.306	8.763	27.152	0	0	0	0	19.534	28.954	4.902	53.390	0	0	0	0	80.542

ENERGY

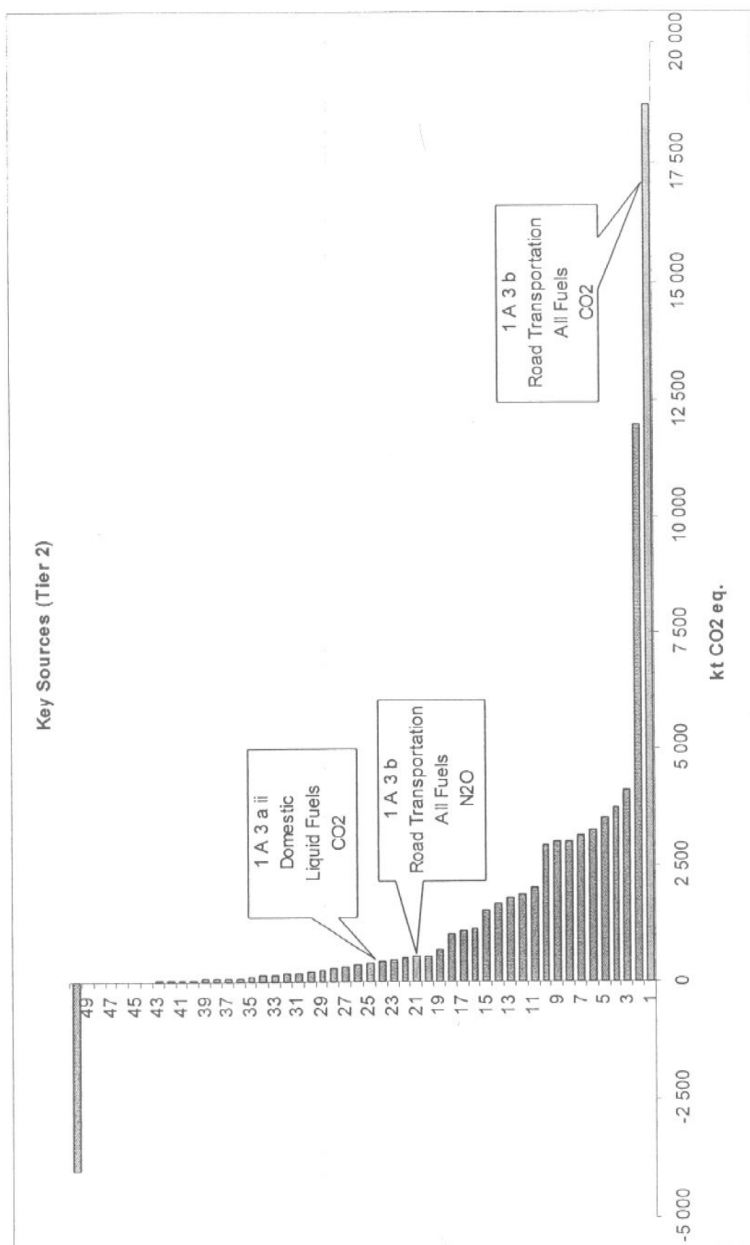
Transportation (CRF 1 A 3)

Portuguese In-Country Review: May 21th – 26th 2007

Instituto do Ambiente
MINISTÉRIO DO AMBIENTE E DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO



Key Sources



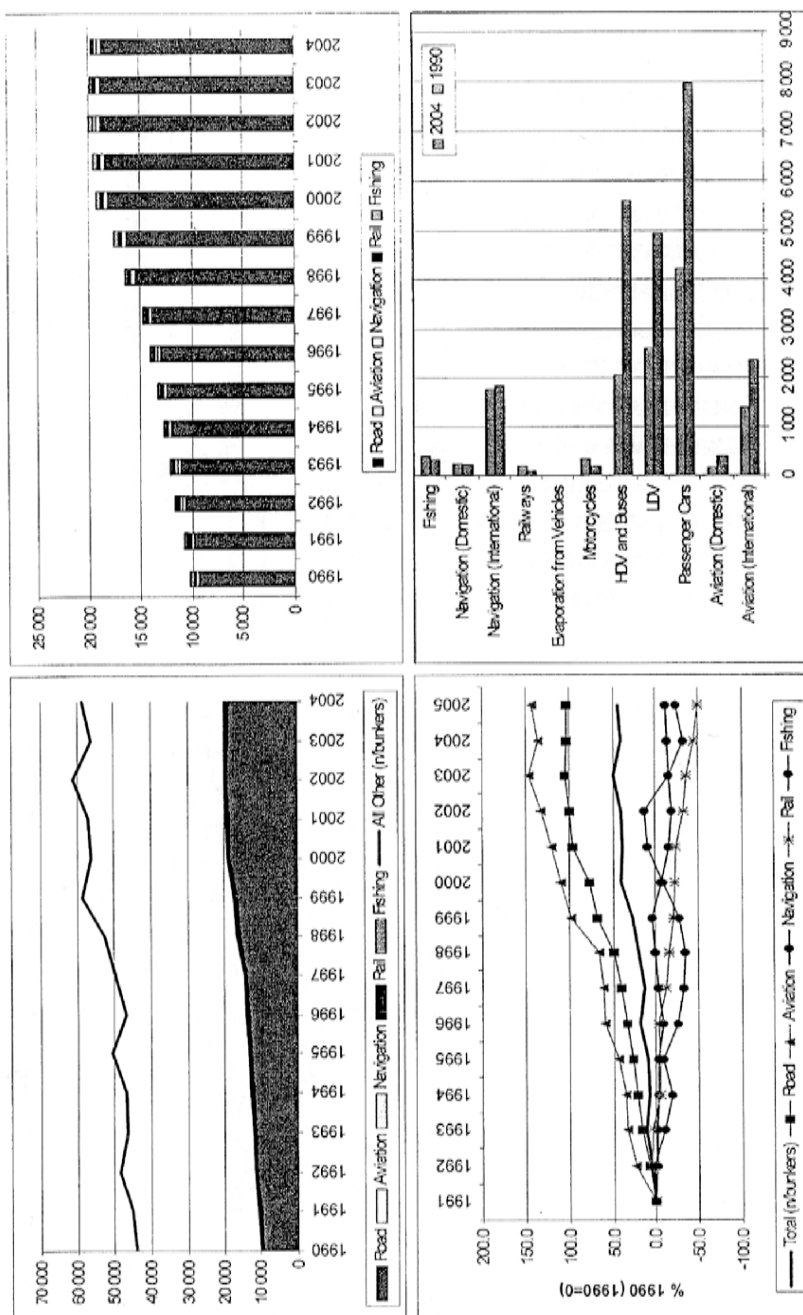
Portuguese In-Country Review: May 21st – 26th 2007

Transportation

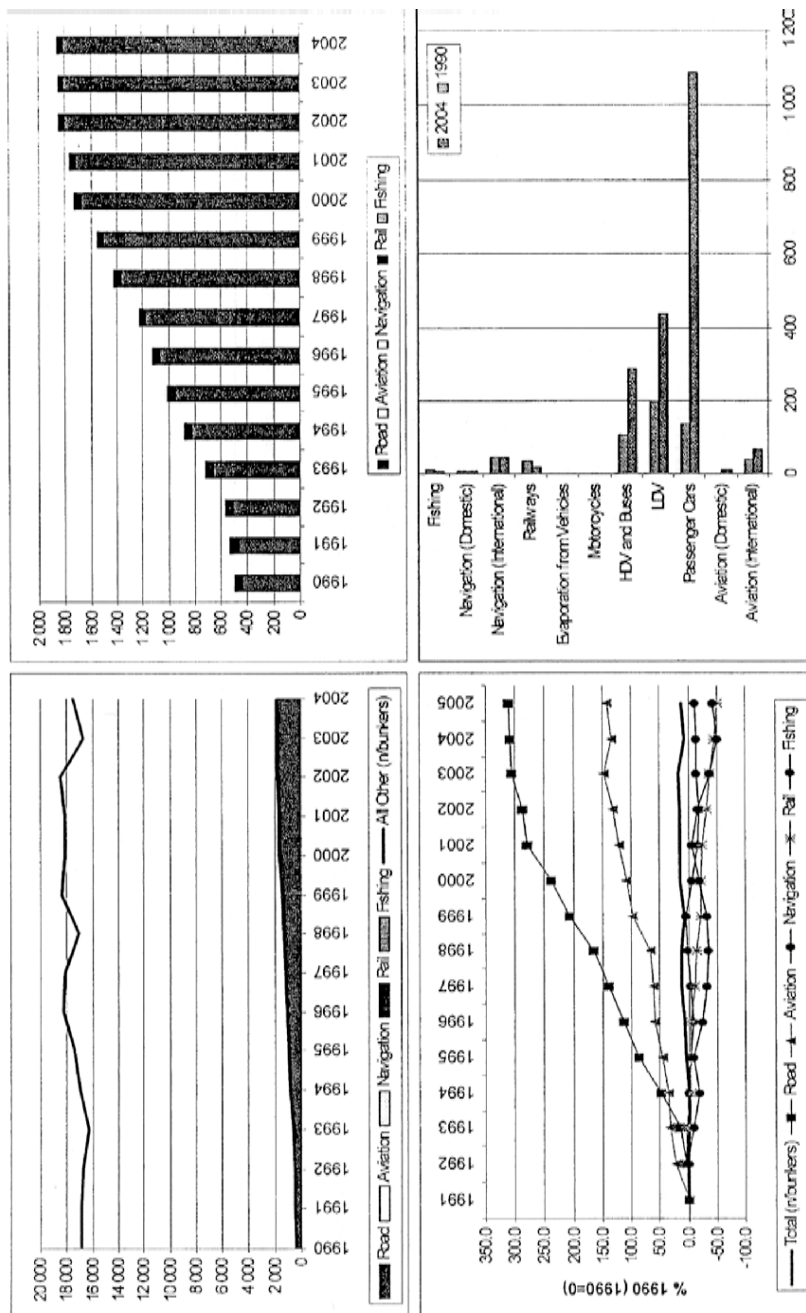
Instituto do Ambiente
MINISTÉRIO DO AMBIENTE E DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO



CO2 Global



Portuguese In-Country Review: May 21st – 26th 2007

N₂OPortuguese In-Country Review: May 21st – 26th 20

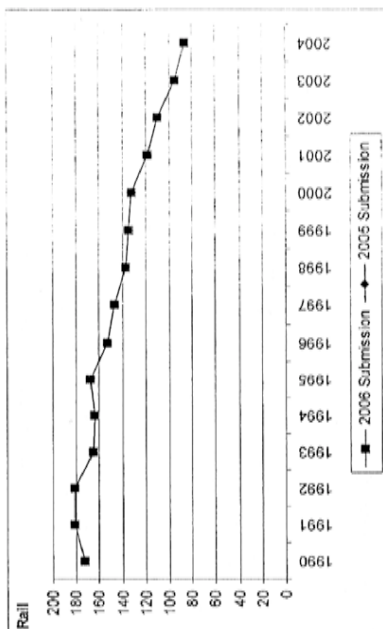
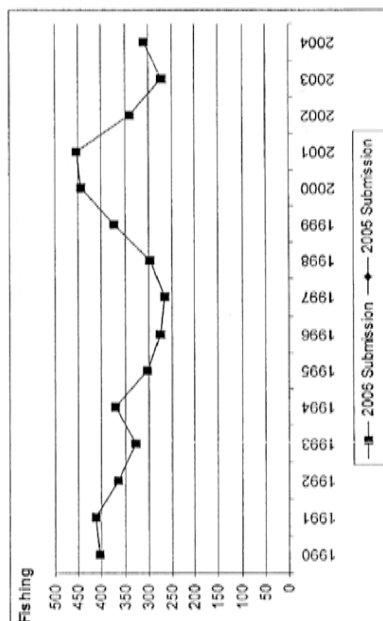
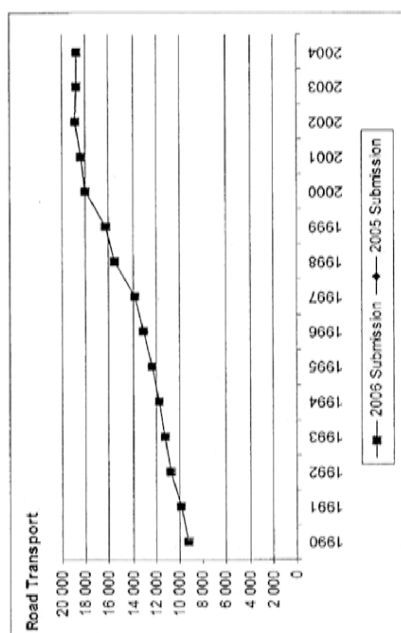
Methods and Major Improvements

Sub-Sector	Method	Major Improvements
Road Transportation	Tier 3	<ul style="list-style-type: none"> - Distinction of distance driven as function of vehicle age (for passenger cars); - Redistribution of vehicle activity among vehicle types
Aviation	Tier 3	<ul style="list-style-type: none"> - Method improvement from Tier 2 to Tier 3; - Distinction between domestic and international aviation is based on OD matrices. The criteria from energy statistics which was used in previous versions was not according with IPCC criteria; - Emissions and fuel consumption are calculated for each airport; - Cruise emissions are estimated from duration of flights and aircraft types.
Navigation	Tier 3	<ul style="list-style-type: none"> -Method improvement from Tier 1 to Tier 3; -Distinction between domestic and international navigation is based on OD matrices. The criteria from energy statistics which was used in previous versions was not according with IPCC criteria; -Fuel consumption factors (t/day) obtained from CORINAIR for different ship types; -Emissions and fuel consumption are calculated for each sea port; -Emissions from Tugs are estimated according to the activity level and ship types in each sea port.
Railways	Tier 1	-
Fishing	Tier 1	-

Portuguese In-Country Review: May 21st – 26th 2007

Transportation

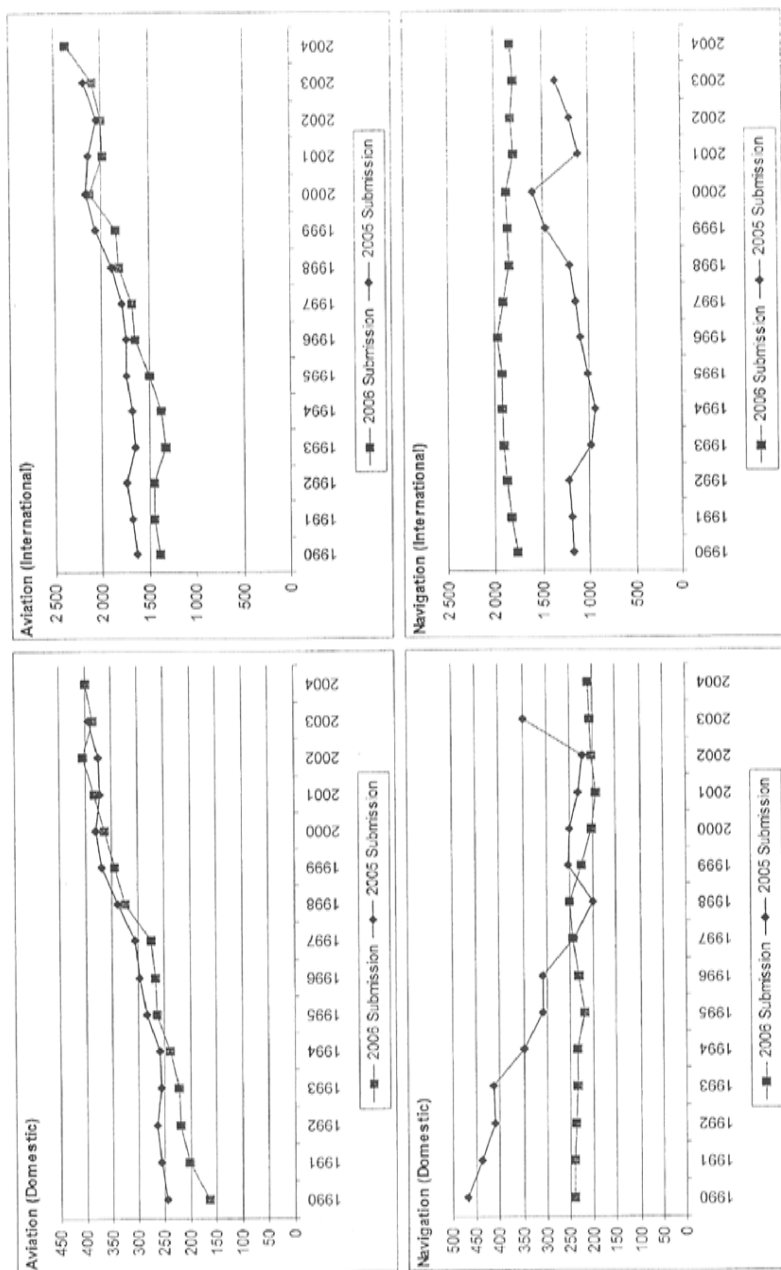
Recalculations (CO2)



Portuguese In-Country Review: May 21th – 26th 2007

Transportation

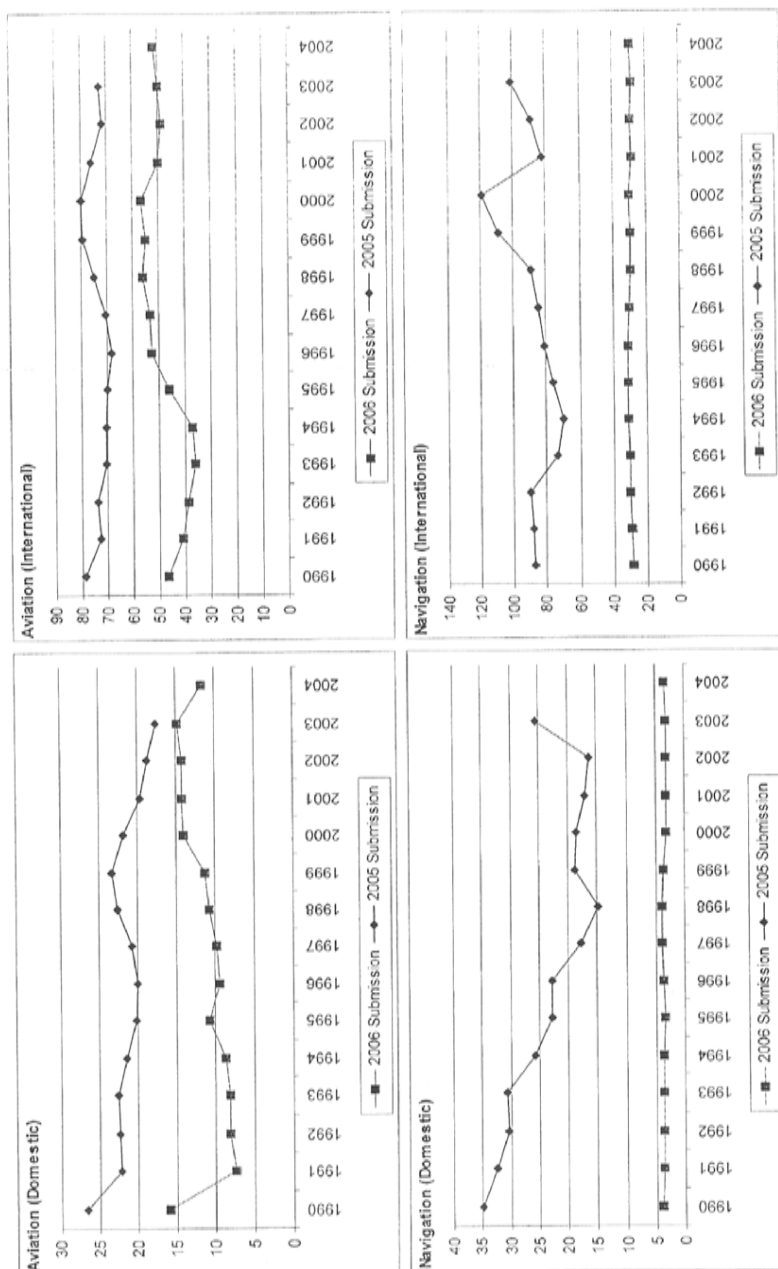
Recalculations (kt CO₂)



Portuguese In-Country Review: May 21st – 26th 2007

Transportation

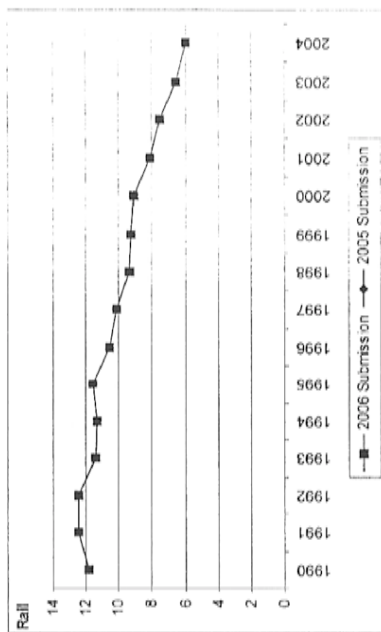
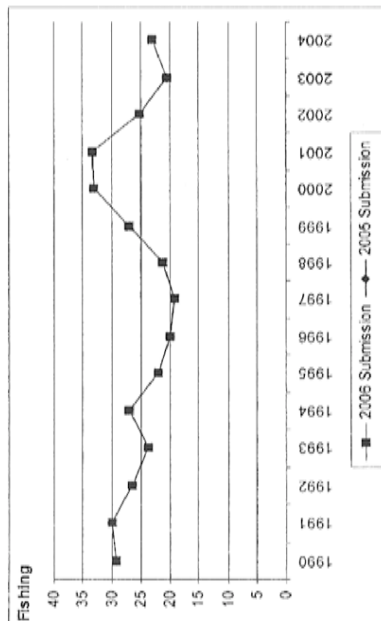
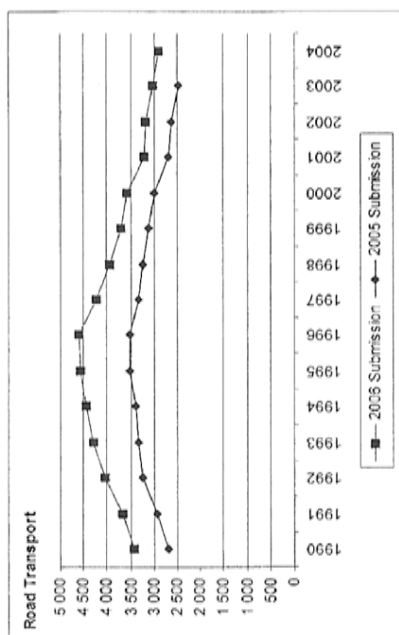
Recalculations (t CH₄)



Portuguese In-Country Review: May 21st – 26th 2007

Transportation

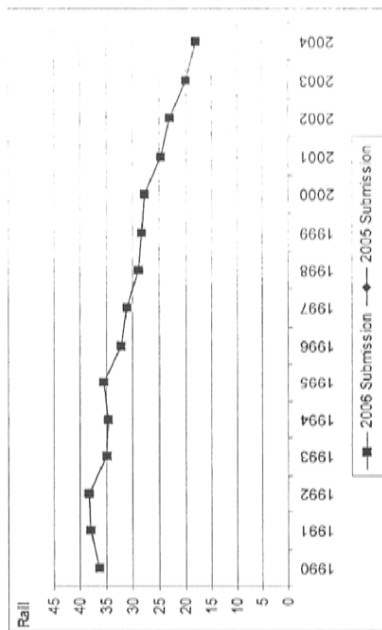
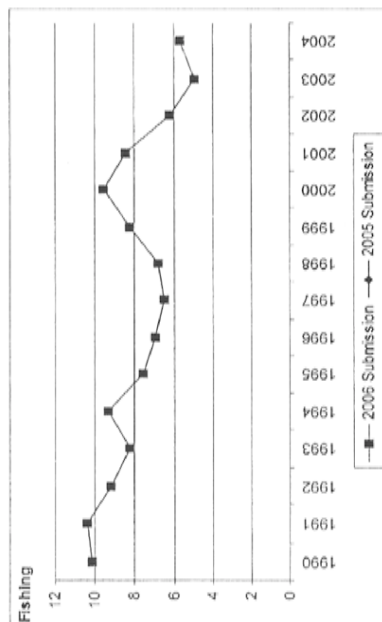
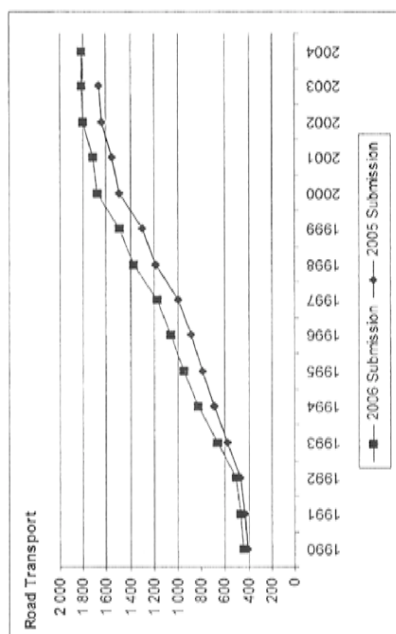
Recalculations (t CH4)



Portuguese In-Country Review: May 21st – 26th 2007

Transportation

Recalculations (t N2O)



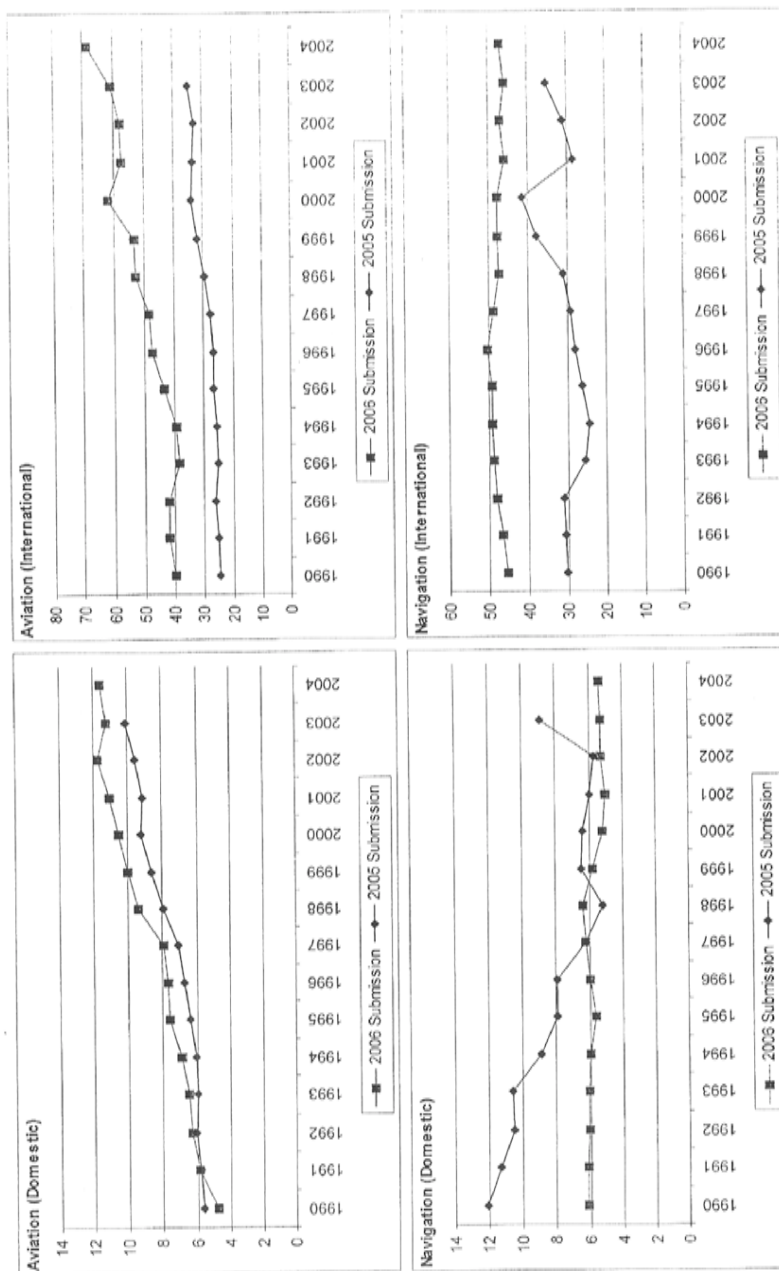
Instituto do Ambiente
MINISTÉRIO DO AMBIENTE E DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO



Portuguese In-Country Review: May 21st – 26th 2007

Transportation

Recalculations (t N2O)

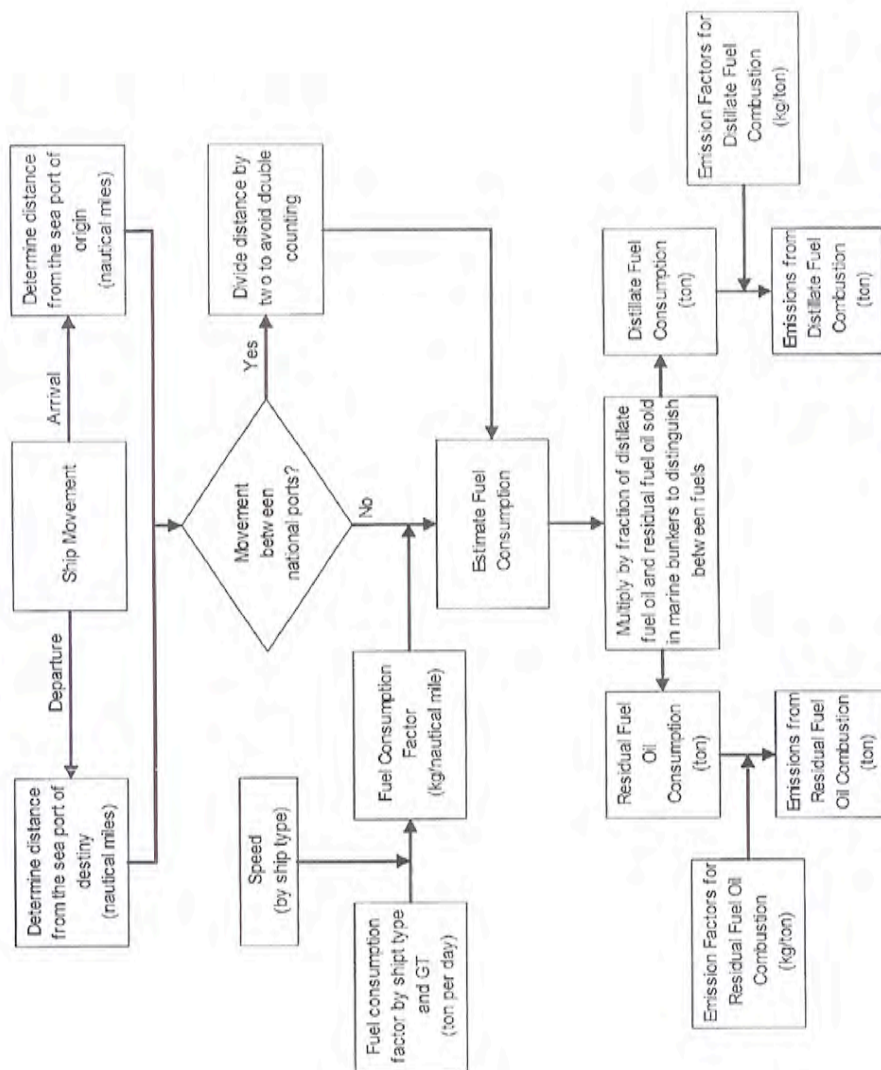


Portuguese In-Country Review: May 21th – 26th 2007

Sector by Sector

Portuguese In-Country Review: May 21th – 26th 2007

Method



Portuguese In-Country Review: May 21st – 26th 2007

Information Sources

Information Sources	Data
EMEP/CORINAIR	- Fuel consumption factors (specific for ship type and ship dimension) - Emission factors for CH ₄ and N ₂ O
IPCC	- Emission factors for CO ₂
IPTM (<i>Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos</i>)	- Traffic data for smaller seaports - Navigation speeds by ship type - Distances between national seaports
National Seaports	- Traffic data for major seaports
DGEG (<i>Direcção Geral de Energia e Geologia</i>)	Fuel sales (used only for comparison with estimated fuel)
www.distances.com	- Distances between seaports

Portuguese In-Country Review: May 21th – 26th 2007

Fuel Consumption Factors

Ship Type	Consumption at fuel power (tonne/day) ^(a)
Solid bulk	20.186 + 0.00049 × gt
Liquid bulk	14.685 + 0.00079 × gt
General cargo	9.8197 + 0.00143 × gt
Container	8.0552 + 0.00235 × gt
Passenger/Ro-Ro/Cargo	12.834 + 0.00156 × gt
Passenger	16.904 + 0.00198 × gt
High speed ferry	39.483 + 0.00972 × gt
Inland cargo	9.8197 + 0.00143 × gt
Sail ships	0.4268 + 0.00100 × gt
Tugs	5.6511 + 0.01048 × gt
Fishing	1.9387 + 0.00448 × gt
Other ships	9.7126 + 0.00091 × gt
All ships	16.263 + 0.001 × gt
Legend: gt – gross tonnage (a) – a factor of 0.8 was applied to obtain consumption for cruise.	

Portuguese In-Country Review: May 21st – 26th 2007

Water-borne Navigation

Instituto do Ambiente
MINISTÉRIO DO AMBIENTE E DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO



Emission Factors

Pollutant	Unit	Gas-oil	Residual fuel oil
LHV	MJ/kg	43.310	40.170
CO ₂	ton/TJ	74.067	77.367
NO _x	kg/tonne fuel	72.000	72.000
SO _x	kg/tonne fuel	(1) 4.000 (2) 2.000	53.400
CO	kg/tonne fuel	7.400	7.400
NM VOC	kg/tonne fuel	2.400	2.400
CH ₄	kg/tonne fuel	0.050	0.050
N ₂ O	kg/tonne fuel	0.080	0.080
PM	kg/tonne fuel	1.200	7.600
Pb	g/tonne fuel	0.100	0.200
Cd	g/tonne fuel	0.010	0.030
Hg	g/tonne fuel	0.050	0.020
Ni	g/tonne fuel	0.070	30.000
Zn	g/tonne fuel	0.500	0.900

(1) Until year 2000, inclusive;

(2) After year 2000

Portuguese In-Country Review: May 21th – 26th 2007

Activity Data

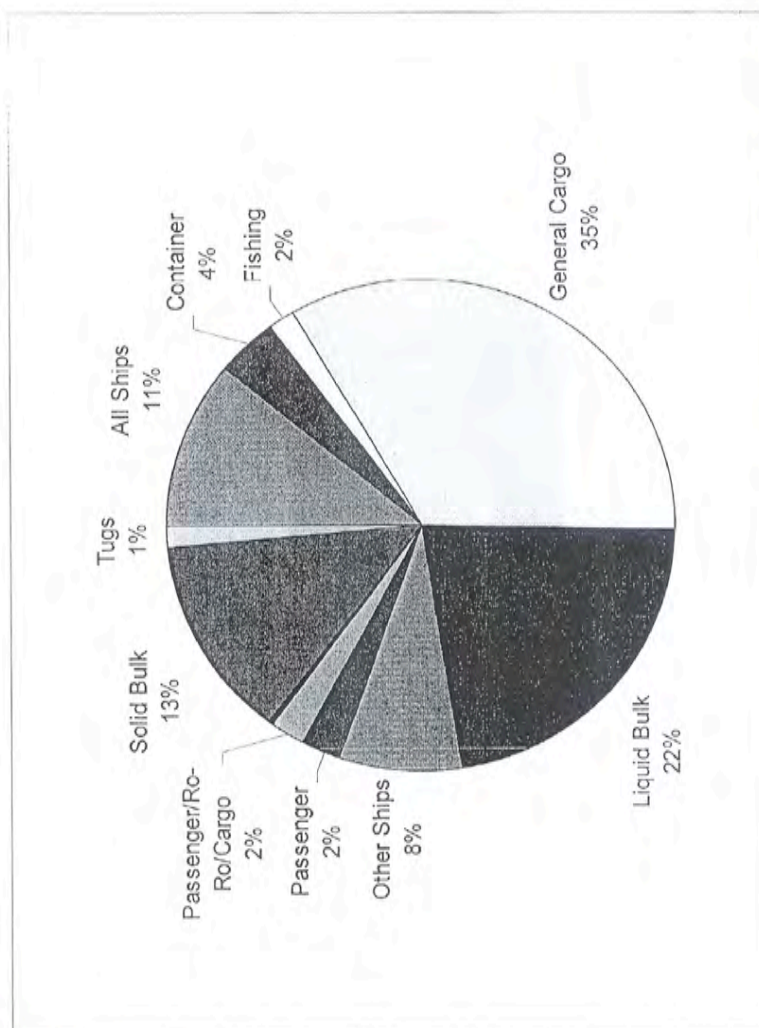
Sea Port	Sea Port Code	Unit	1990	1995	2000	2004
Aveiro	PTAVE	docks	876	1 098	1 009	1 053
Canical	PTCNL	docks	76	76	76	94
Faro	PTFAO	docks	163	163	163	36
Figueira da Foz	PTFDF	docks	315	297	307	292
Funchal	PTFNC	docks	1 063	1 063	1 063	1 022
Leixões	PTLEI	docks	2 742	2 896	3 050	2 815
Lisboa	PTLIS	docks	5 586	4 993	3 869	3 473
Ponta Delgada	PTPDL	docks	1 080	1 080	1 080	1 067
Portimão	PTPRM	docks	34	34	37	56
Porto Santo	PTPXO	docks	402	402	402	398
Setúbal	PTSET	docks	1 453	1 453	1 699	1 669
Sines	PTSIE	docks	1 038	979	808	927
Viana do Castelo	PTVDC	docks	254	293	49	73

Note: each dock reports two movements: one from the origin port to the national reporting sea port; and the other from the reporting national sea port to the destiny

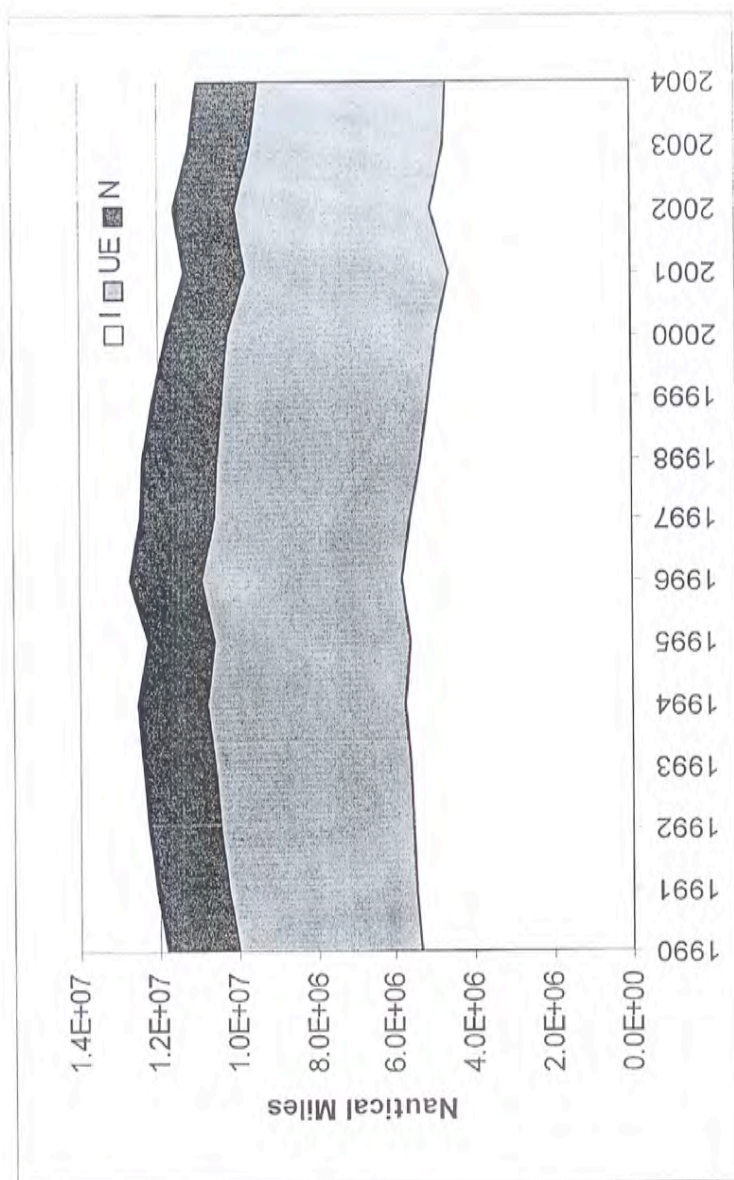
Portuguese In-Country Review: May 21st – 26th 2007

Activity Data

- Fleet

Portuguese In-Country Review: May 21st – 26th 2007

Activity Data



Portuguese In-Country Review: May 21th – 26th 2007

Water-borne Navigation

Instituto do Ambiente
MINISTÉRIO DO AMBIENTE E DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

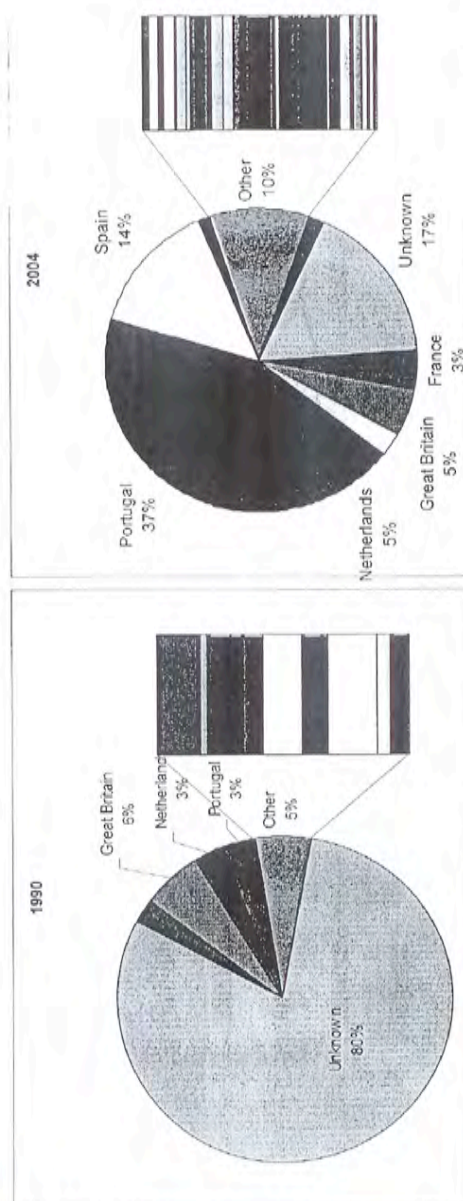


Water-borne Navigation

INSTITUTO DO AMBIENTE
MINISTÉRIO DO AMBIENTE E DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



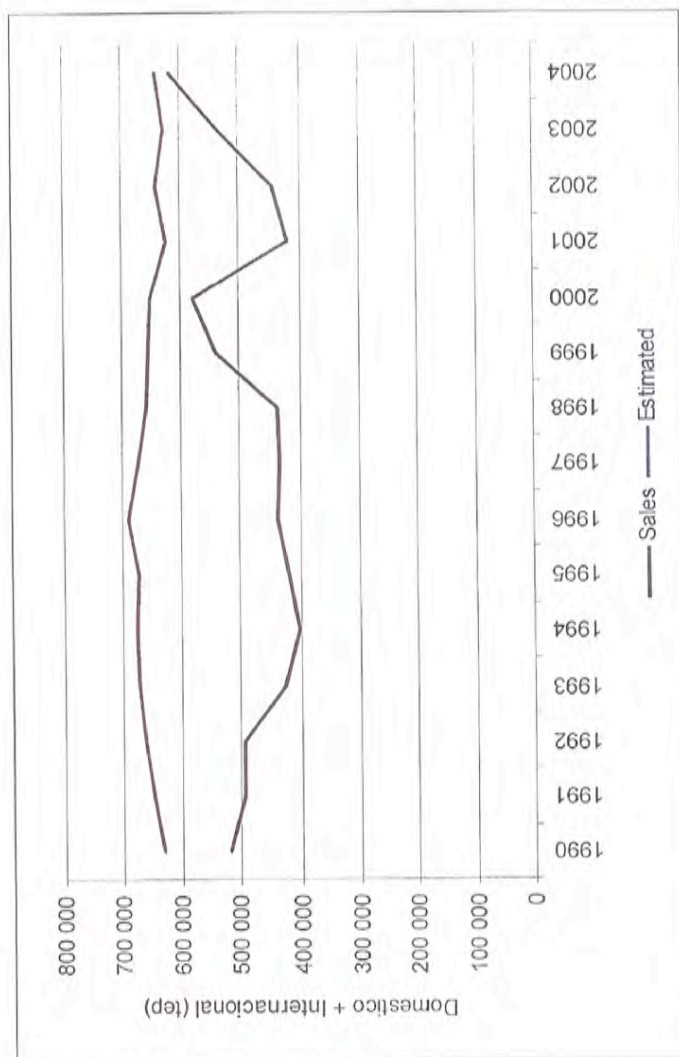
Activity Data.



Portuguese In-Country Review: May 21th – 26th 2007

Results

- Fuel Consumption (tep)
- Domestic + Internacional



Portuguese In-Country Review: May 21th – 26th 2007

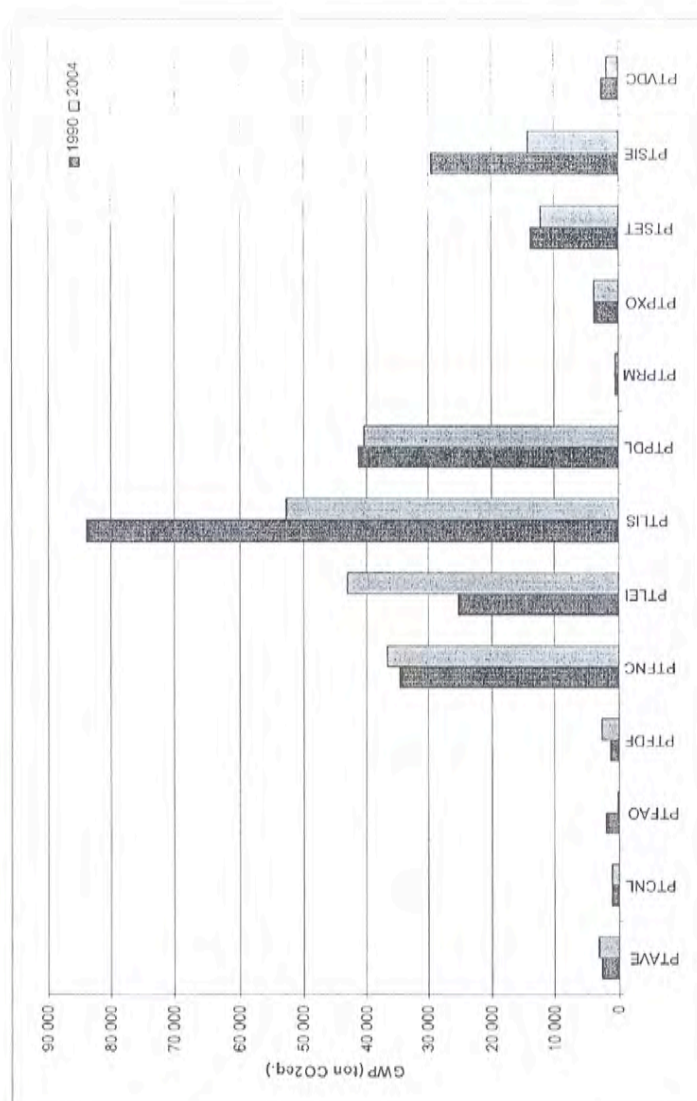
Water-borne Navigation

INSTITUTO DO AMBIENTE E DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO



Results

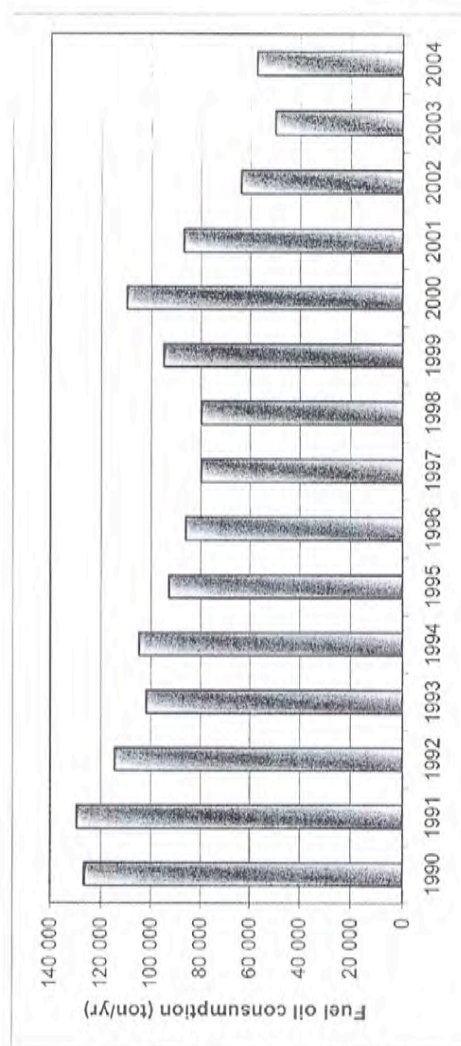
– Domestic Emissions



Portuguese In-Country Review: May 21st – 26th 2007

Fishing

– Tier 1 approach



Portuguese In-Country Review: May 21th – 26th 2007

Fishing

INSTITUTO DO AMBIENTE E DO DESENVOLVIMENTO DO TERRITÓRIO



Fishing

INSTITUTO DO AMBIENTE E DO GESTAMENTO DO TERRITÓRIO



Fishing

EF	Units	Coastal Fisheries			Other Fisheries		
		Gas-oil			Fuel-oil		
LHV	MJ/kg	43.31			40.17		
SO _x	%	0.3			3		
NO _x	g/kg	67.5			87		
NM/VOC	g/kg	4.9					
CH ₄	g/kg	0.23					
CO	g/kg	21.3			1.9		
CO	g/kg	21.3			21.3		
EF _{CO2}	kg/GJ	74.07			77.37		
C _{Fossil}	%	100					
FeCO _x	0.1	0.99					
N ₂ O	g/kg	0.08					
PM	g/kg	1.2			7.6		
As	g/ton	0.05			0.5		
Cd	g/ton	0.01			0.03		
Cr	g/ton	0.04			0.2		
Cu	g/ton	0.05			0.5		
Hg	g/ton	0.05			0.02		
Ni	g/ton	0.07			30		
Pb	g/ton	0.2			1.3		
Se	g/ton	0.2			0.4		
Zn	g/ton	0.5			0.9		

Portuguese In-Country Review: May 21st – 26th 2007

Anexo 3. ENQUADRAMENTO LEGAL

Tab. A.3.1 Resumo dos requisitos aplicáveis à data, para controle das emissões de substâncias que potenciam a destruição do O₃ estratosférico. Requisitos presentes no *Capítulo 3* do *Anexo VI* à *Convenção MARPOL 73/78* e descritos de acordo com o Decreto n.º 1/2008.

Regra	Aplicação	Requisitos	Excepções
			Gerais
12	Quaisquer emissões deliberadas e novas instalações que contenham estas substâncias	Proibição em todos os navios	<p>Emissões minimizadas associadas com a recuperação ou reciclagem de uma substância</p> <p>Emissões deliberadas ou não e resultantes de fugas regulamentadas pelas Partes ao Protocolo de 1997</p> <p>Novas instalações contendo hidrofluorcarbonetos (permitidas até 01/01/2020)</p>

Tab. A.3.2 Resumo dos requisitos aplicáveis à data, para controle das emissões de NO_x. Requisitos presentes no *Capítulo 3 do Anexo VI à Convenção MARPOL 73/78*, e descritos de acordo com o Decreto n.º 1/2008.

Regra	Aplicação	Requisitos	Excepções
13	Todo o motor diesel com uma potência debitada > 130kW instalado num navio construído em ou depois de 01/01/2000	<p>Documentação de grandes modificações, anteriormente mencionadas, de acordo com o Código Técnico de NO_x com vista à sua aprovação pela Administração</p> <p>Proibição do funcionamento de todo o motor diesel excepto quando a emissão de NO_x (calculada como emissão total ponderada) do motor encontra-se nos seguintes limites:</p> <p>i) 17,0 g/kWh, quando $n < 130$ rpm;</p> <p>ii) $45,0 * n^{(-0,2)}$ g/kWh, quando $130 \text{ rpm} \leq n < 2000$ rpm;</p> <p>iii) 9,8 g/kWh, quando $n \geq 2000$ rpm.</p> <p>Na utilização de combustíveis compostos de misturas de hidrocarbonetos derivados da refinação de petróleo, os procedimentos e ensaios devem de estar de acordo com Código Técnico de NO_x, tendo em consideração o ciclo de ensaios e factores de ponderação descritos no apêndice II do Anexo VI à Convenção</p>	<p>Gerais</p> <p>Motores diesel de emergência</p> <p>Motores instalados em embarcações salva-vidas</p> <p>Qualquer dispositivo ou equipamento cuja finalidade é ser utilizado apenas em caso de emergência</p> <p>Motores instalados em navios que efectuem apenas viagens em águas sob a soberania ou jurisdição do Estado cuja bandeira o navio está autorizado a arvorar, desde que esses motores estejam sujeitos a uma medição de controlo de NO_x alternativa definida pela Administração</p> <p>Quando é aplicado ao motor um sistema de limpeza de gases de exaustão, aprovado pela Administração de acordo com o Código Técnico de NO_x, destinado a reduzir as emissões de NO_x a bordo para, pelo menos, os limites:</p> <p>i) 17,0 g/kWh, quando $n < 130$ rpm;</p> <p>ii) $45,0 * n^{(-0,2)}$ g/kWh, quando $130 \text{ rpm} \leq n < 2000$ rpm;</p> <p>iii) 9,8 g/kWh, quando $n \geq 2000$ rpm.</p> <p>ou quando é utilizado qualquer outro método equivalente, aprovado pela Administração tendo em conta as linhas de orientação relevantes a desenvolver pela OMI, para reduzir as emissões de NO_x a bordo para, pelo menos, os limites:</p> <p>i) 17,0 g/kWh, quando $n < 130$ rpm;</p> <p>ii) $45,0 * n^{(-0,2)}$ g/kWh, quando $130 \text{ rpm} \leq n < 2000$ rpm;</p> <p>iii) 9,8 g/kWh, quando $n \geq 2000$ rpm.</p>
	Todo o motor diesel com uma potência debitada > 130kW que tenha sido sujeito a uma grande modificação em ou depois de 01/01/2000		

n = velocidade nominal do motor (rotações por minuto do veio de manivelas).

Tab. A.3.3 Resumo dos requisitos aplicáveis à data, para controle das emissões de SO_x.
Requisitos presentes no *Capítulo 3 do Anexo VI à Convenção MARPOL 73/78*, e
descritos de acordo com o Decreto n.º 1/2008.

Regra	Aplicação	Requisitos	Exceções
		Teor de enxofre ≤ 4,5% m/m	Gerais
		Teor médio de enxofre a nível mundial do fuelóleo residual fornecido para utilização a bordo dos navios deve ser monitorizado tendo em conta as linhas de orientação a desenvolver pela Organização	Durante os primeiros 12 meses imediatamente a seguir à entrada em vigor de uma emenda ao Protocolo de 1997 designando uma ACE, os navios que entram numa ACE designada, estão isentos da aplicação dos requisitos estabelecidos anteriormente, com exceção:
14	Qualquer fuelóleo utilizado a bordo de navios	Enquanto os navios permanecerem nas Zonas de Controlo das Emissões SO _x (ACE), pelo menos uma das seguintes condições deve ser cumprida: i) O teor de enxofre numa ACE não será superior a 1,5 % m/m; ii) É utilizado um sistema de limpeza dos gases de evacuação, aprovado pela Administração tendo em conta as linhas de orientação a desenvolver pela Organização, para reduzir as emissões totais de SO _x dos navios, incluindo os motores de propulsão principais e auxiliares, para 6,0 g SO _x /kWh ou inferior, calculada como a emissão total ponderada de SO _x . O fluxo de efluentes resultante da utilização de tal equipamento não deve ser descarregada em portos fechados, portos de abrigo e estuários, a menos que o navio possa demonstrar de forma detalhada, através de documentação, que tais efluentes não têm efeitos prejudiciais nos ecossistemas desses portos fechados, portos e estuários, com base em critérios comunicados pelas autoridades do Estado do porto à Organização. A Organização divulgará os critérios a todas as Partes à Convenção; iii) É utilizado qualquer outro método tecnológico que possa ser verificável e susceptível de ser aplicado para limitar as emissões de SO _x a um nível equivalente a 6,0 g SO _x /kWh. Estes métodos devem ser aprovados pela Administração tendo em conta as linhas de orientação a desenvolver pela Organização. O fornecedor deve declarar por escrito, de acordo com a Regra 18 do Anexo VI à Convenção, o teor de enxofre Os navios que utilizam fuelóleo de diferentes tipos para cumprir com as condições anteriormente descritas, devem atempadamente, antes da entrada numa ACE, permitir que o sistema de distribuição do fuelóleo seja completamente limpo de todos os combustíveis com teor de enxofre superior a 1,5 % m/m. O volume dos fuelóleos com baixo teor de enxofre (teor de enxofre ≤ 1,5 % m/m) em cada tanque, assim como a data, a hora e a posição do navio, quando alguma operação de mudança de combustível é concluída, devem ser registados num diário de bordo prescrito pela Administração	i) Teor de enxofre ≤ 4,5% m/m; ii) Teor médio de enxofre a nível mundial do fuelóleo residual fornecido para utilização a bordo dos navios deve ser monitorizado tendo em conta as linhas de orientação a desenvolver pela Organização; iii) O fornecedor deve declarar por escrito, de acordo com a Regra 18 do Anexo VI à Convenção, o Teor de enxofre ≤ 4,5% m/m.

Tab. A.3.4 Resumo dos requisitos aplicáveis à data, para controle das emissões de COV. Requisitos presentes no *Capítulo 3 do Anexo VI à Convenção MARPOL 73/78*, e descritos de acordo com o Decreto n.º 1/2008.

Regra	Aplicação	Requisitos	Excepções
15	COV	<p>Se as emissões de COV proveniente dos navios-tanque forem regulamentadas nos portos e terminais sob a jurisdição de uma Parte ao Protocolo de 1997, esta regulamentação deve estar de acordo com as disposições da presente regra</p> <p>Uma Parte ao Protocolo de 1997 que designe portos ou terminais sob a sua jurisdição nos quais as emissões de COV serão regulamentadas, deve submeter à Organização uma notificação. Esta notificação deve incluir informação sobre as dimensões dos navios-tanque a controlar, as cargas que exigem sistemas de controlo de emissões de vapores e a data de entrada em vigor desse controlo. A notificação deve ser submetida, pelo menos, seis meses antes da referida data de entrada em vigor</p> <p>O Governo de cada Parte ao Protocolo de 1997 que designe portos ou terminais nos quais as emissões de COV provenientes de navios-tanque serão regulamentadas, deve assegurar que nos portos e terminais designados existem sistemas de controlo de emissões de vapores, aprovados por esse Governo tendo em conta as normas de segurança desenvolvidas pela Organização e que tais sistemas funcionarão em segurança e de modo a evitar atrasos indevidos ao navio</p> <p>A Organização divulgará uma lista dos portos e terminais designados pelas Partes ao Protocolo de 1997 a outras Partes ao mesmo Protocolo e aos Estados membros da Organização, para sua informação</p> <p>Todos os navios-tanque sujeitos ao controlo de emissões de vapores, devem possuir um sistema de recolha de vapores aprovado pela Administração, tendo em conta as normas de segurança desenvolvidas pela Organização, e devem utilizar esse sistema durante o carregamento de tais cargas. Os terminais que instalaram sistemas de controlo de emissões de vapores podem aceitar navios-tanque existentes que não estejam equipados com um sistema de recolha de vapores, por um período de três anos após a data de entrada em vigor</p> <p>Apenas aplicável aos navios de transporte de gás quando o tipo de sistemas de carregamento e de contenção permitem a retenção a bordo, em segurança, de COV que não contenham metano, ou o seu retorno seguro para terra.</p>	

Tab. A.3.5 Resumo dos requisitos aplicáveis à data, para controle das emissões provenientes da incineração a bordo. Requisitos presentes no *Capítulo 3 do Anexo VI* à Convenção MARPOL 73/78, e descritos de acordo com o Decreto n.º 1/2008.

Regra	Aplicação	Requisitos	Excepções
		<p>A incineração a bordo só é permitida num incinerador de bordo</p> <p>Cada incinerador instalado a bordo de um navio, deve cumprir os requisitos do apêndice IV do Anexo VI à Convenção. Cada incinerador deve ser aprovado pela Administração, tendo em conta as normas especificadas para incineradores a bordo, desenvolvidas pela Organização</p> <p>Proibição da incineração a bordo das seguintes substâncias:</p> <ul style="list-style-type: none">i) Resíduos das cargas enumeradas nos Anexos I, II e III da presente Convenção e os respectivos materiais de embalagem contaminados;ii) PCB;iii) Resíduos, tal como definido no Anexo V da presente Convenção, contendo mais que meros vestígios de metais pesados;iv) Produtos de petróleo refinado contendo compostos halogenados. <p>A incineração a bordo de lamas de esgotos sanitários e lamas de hidrocarbonetos produzidas durante o funcionamento normal de um navio pode também ser efectuada no grupo motor principal ou auxiliar, ou nas caldeiras. Contudo, nestes casos, a incineração não deve ser efectuada no interior dos portos, portos de abrigo e estuários</p> <p>Proibição da incineração a bordo de PVC</p>	<p>A Administração pode excluir qualquer incinerador, desde que este esteja instalado a bordo de um navio antes da data de entrada em vigor do Protocolo de 1997, e o navio efectue apenas viagens em águas sob soberania ou jurisdição do Estado cuja bandeira o navio está autorizado a arvorar</p> <p>A incineração de PVC é permitida quando efectuada em incineradores de bordo para os quais foram emitidos certificados de aprovação da Organização</p>
16	Emissões provenientes da incineração a bordo		

Anexo 4. ACTIVIDADE HIDROVIÁRIA

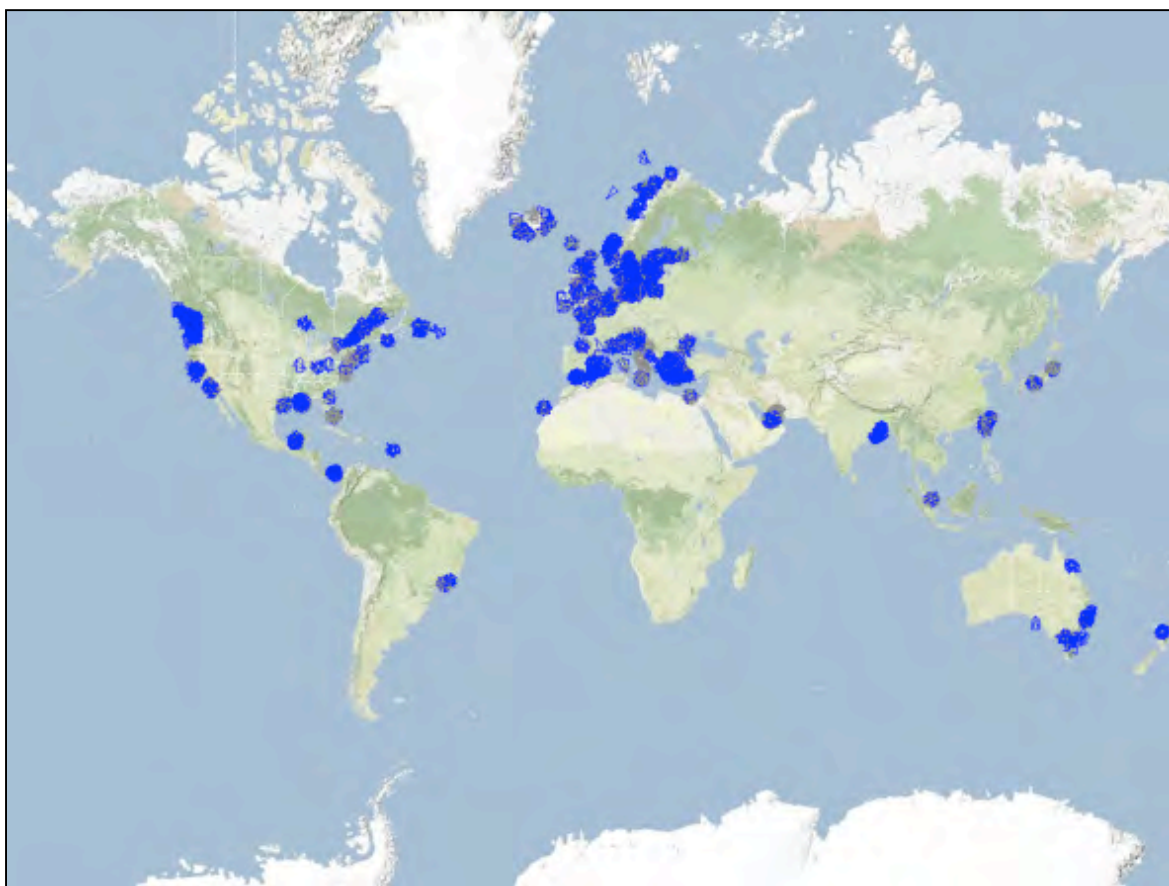


Fig. A.4.1 Projecção mundial das embarcações identificadas por um AIS a 14/11/09. Cada ponto seta azul corresponde a uma embarcação [URL 61].

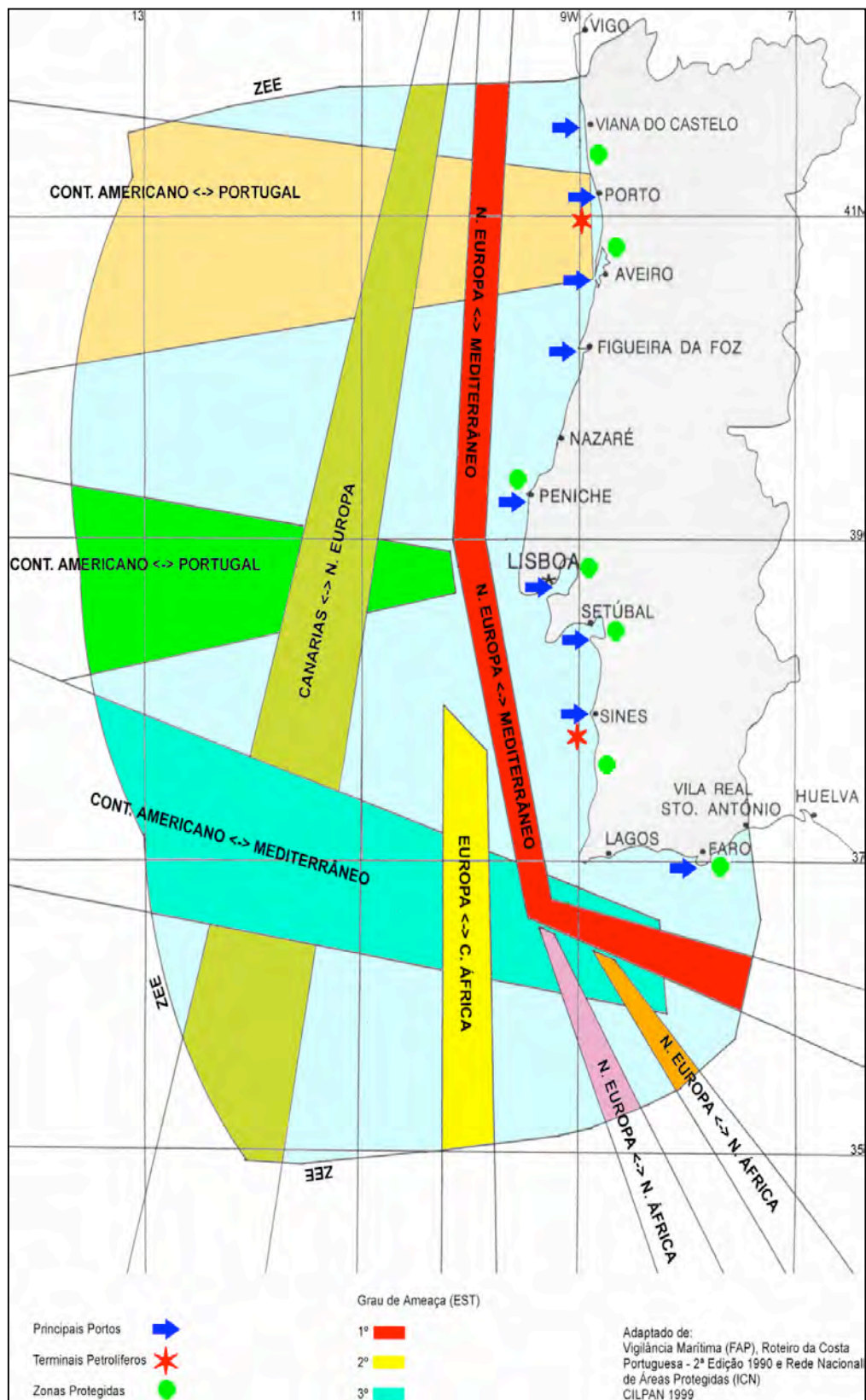


Fig. A.4.2 Representação geográfica da localização dos principais portos, terminais petrolíferos e zonas protegidas e dos principais corredores de navegação na subárea das águas territoriais de Portugal Continental [DIAS, 2003] [URL 52].

Anexo 5. DADOS

Tab. A.5.1 Factores de Emissão para diferentes poluentes atmosféricos, Tier 1, em kg/t, para embarcações de média a elevada Tonelagem (ver Capítulo 4), utilizando combustíveis naval residual ou destilado [EEA, 2009] [URL 6].

Poluente Atmosférico	Factor de Emissão (kg/t)
NO_x	72,000
CO	7,4,000
SO_x	20,000*% S
SO_2	≈20,000*% S
$COVNM$	2,4,000
PST	6,7,000
PM_{10}	6,7,000
$PM_{2,5}$	6,7,000

Tab. A.5.2 Factores de Emissão para os NO_x e $COVNM$ e Consumos Específicos de Combustível, Tier 2 e Tier 3, em kg/t e g/kWh, para diferentes tipos de combinações motor/combustível e fase de operação [EEA, 2009] [URL 6].

Fase de Operação	Tipo de Motor	Tipo de Combustível	Factor de Emissão (kg/t) Poluentes Atmosféricos		Consumo Específico de Combustível (g/kWh)
			NO_x	$COVNM$	
Cruzeiro	MDMBV	Naval Residual	92,800	3,100	195,0
		Naval Destilado	92,200	3,200	185,0
	MDMMV	Naval Residual	65,700	2,300	213,0
		Naval Destilado	61,200	2,500	203,0
	MDMAV	Naval Residual	59,600	0,900	213,0
		Naval Destilado	59,100	0,900	203,0
	Turbina a Gás	Naval Residual	20,000	0,300	305,0
		Naval Destilado	19,600	0,300	290,0
	Turbina a Vapor	Naval Residual	6,900	0,300	305,0
		Naval Destilado	6,900	0,300	290,0
Manobra	MDMBV	Naval Residual	n.d.	n.d.	n.d.
		Naval Destilado	n.d.	n.d.	n.d.
	MDMMV	Naval Residual	64,800	1,800	227,0
		Naval Destilado	64,000	1,800	217,0
	MDMAV	Naval Residual	51,100	1,800	227,0
		Naval Destilado	50,000	1,800	217,0
	Turbina a Gás	Naval Residual	n.d.	n.d.	n.d.
		Naval Destilado	n.d.	n.d.	n.d.
	Turbina a Vapor	Naval Residual	n.d.	n.d.	n.d.
		Naval Destilado	n.d.	n.d.	n.d.
Atracagem	MDMBV	Naval Residual	66,900	8,400	215,0
		Naval Destilado	66,700	8,800	204,0
	MDMMV	Naval Residual	47,900	6,400	234,0
		Naval Destilado	47,500	6,700	223,0
	MDMAV	Naval Residual	51,100	1,800	234,0
		Naval Destilado	50,000	1,800	223,0
	Turbina a Gás	Naval Residual	9,200	1,500	336,0
		Naval Destilado	9,000	1,600	319,0
	Turbina a Vapor	Naval Residual	5,000	0,900	336,0
		Naval Destilado	5,000	0,900	336,0

n.d. – não disponível

Equivalente ao segundo nível metodológico

Tab. A.5.3 Factores de Emissão para diferentes poluentes atmosféricos, em *kg/t* e *g/kWh*, para diferentes categorias de embarcações e Motores Auxiliares [EYRING *et al.*, 2005].

Poluente Atmosférico	Factor de Emissão					
	Cargueiros		Categoria de Navio		Motores Auxiliar	
	(kg/t)	(g/kWh)	Não Cargueiros (kg/t)	Militares (kg/t)	(g/kWh)	Médio (g/kWh)
CO ₂	2860,000	605,000	2930,000	3776,000	2950,000	616,000
CO	4,720	1,000	4,720	3,300	4,720	1,000
PM	5,900	1,250	6,600	4,720	5,700	1,270
NO _x	85,900	16,200	42,000-58,000	42,000-80,000	48,000	16,200
n.d. – não disponível						

Tab. A.5.4 Factores de Emissão para diferentes poluentes atmosféricos, em *kg/t* e *g/kWh*, para diferentes classes de cargueiros e Motores Auxiliares [EYRING *et al.*, 2005].

Poluente Atmosférico	Factor de Emissão					
	Navio-Tanque		Classe de Cargueiros		Carga geral	
	(kg/t)	(g/kWh)	Navio Porta-Contentores (kg/t)	Graneleiros (kg/t)	(kg/t)	(g/kWh)
CO ₂	2830,000	600,000	2830,000	2880,000	2880,000	610,000
CO	4,720	1,000	4,720	4,720	4,720	1,000
PM	5,900	1,250	5,900	6,100	6,100	1,300
NO _x	50,000-90,000	9,300-16,800	64,000-101,000	58,000-90,000	58,000-85,000	10,900-15,8000
n.d. – não disponível						

Tab. A.5.5 Factores de Emissão para diferentes poluentes atmosféricos variáveis com a potência do motor associado (kW), em g/kWh, para diferentes tipos de motor [LLOYD'S REGISTER, 1999] [URL 37].

Poluente Atmosférico	Factor de Emissão (g/kWh)		
	Tipo de Motor		
	MDMBV	MDMMV	MDMAV
NO_x	$17,500 * P^{1,15}$	$4,250 * P$	$4,250 * P^{1,15}$
CO	$15,320 * P^{0,68}$	$0,680 * P^{1,08}$	$15,320 * P^{0,68}$
SO_2	n.d.	n.d.	$2,360 * P$
SO_2 (Potencia máxima contínua do motor >2 MW)	n.d.	$2,310 * P$	n.d.
SO_2 (Potencia máxima contínua do motor <2 MW)	$11,340 * P$	$12,470 * P$	n.d.

n.d. – não disponível

P – Potencia do Motor (kW)

Tab. A.5.6 Factores de Emissão para o CO_2 , em kg/t e g/kWh, para diferentes tipos de combustível [IPCC, 2006; BUHAUG et al., 2009a; BUHAUG et al., 2009b; BUHAUG et al., 2009c; BUHAUG et al., 2009d] [URL 16].

Poluente Atmosférico	Factor de Emissão			
	Tipo de Combustível			
	Naval Residual		Naval Destilado	
	(Kg/t)	(g/kWh)	(Kg/t)	(g/kWh)
CO_2	3130,000	272,000	3190,000	261,000

Tab. A.5.7 Factores de Emissão médio para o CH_4 , em kg/t [IPCC, 2006; BUHAUG et al., 2009a; BUHAUG et al., 2009b; BUHAUG et al., 2009c; BUHAUG et al., 2009d] [URL 16].

Poluente Atmosférico	Factor de Emissão Médio (kg/t)
CH_4	0,300

Tab. A.5.8 Factores de Emissão para os NO_x , em kg/t, para diferentes tipos de motor [BUHAUG et al., 2009a; BUHAUG et al., 2009b; BUHAUG et al., 2009c; BUHAUG et al., 2009d].

Poluente Atmosférico	Factor de Emissão (kg/t)		
	Tipo de Motor		
	MDMBV	MDMMV	Turbina a Vapor
NO_x	78,000-90,000	51,000-60,000	7,000

Tab. A.5.9 Factores de Emissão para diferentes poluentes atmosféricos, em kg/t e g/kWh, para diferentes tipos de motor [WHINTHER, 2008b].

Poluente Atmosférico	Factor de Emissão							
	Tipo de Motor							
	MDMBV		MDMMV		MDMAV		Turbina a Gás	
	(Kg/t)	(g/kWh)	(Kg/t)	(g/kWh)	(Kg/t)	(g/kWh)	(Kg/t)	(g/kWh)
CO	n.d.	1,600	n.d.	1,600	n.d.	1,600	0,4200	0,100
COV	n.d.	0,500	n.d.	0,500	n.d.	0,500	1,4600	0,3500

n.d. – não disponível

Tab. A.5.10 Factores de Emissão para ao SO_2 e a PM , em g/kWh e kg/t , respectivamente, para diferentes teores de enxofre no combustível [WHINTHER, 2008b].

Poluente Atmosférico	Factor de Emissão	
	(kg/t)	(g/kWh)
SO_2	n.d.	$\frac{2,4 \cdot 10^4 \cdot S \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}}{PCI}$
TSP	$0,854e^{0,745 \cdot S}$	n.d.

n.d. – não disponível

PCI – Poder calorífico inferior do combustível, neste caso $\approx 40,9$ MJ/kg

S – Teor de enxofre no combustível (%)

Anexo 6. RESULTADOS

Tab. A.6.1 Estimativas das emissões para diferentes poluentes atmosféricos relativos aos totais nacionais para o tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos nacionais, utilizando fuelóleo residual, durante os anos de 2006 e 2007, desagregados por subárea.

Poluente Atmosférico	2006				2007			
	Emissão Atmosférica (t)				Emissão Atmosférica (t)			
	Subárea			Total	Subárea			Total
	Portugal Continental	Madeira	Açores		Portugal Continental	Madeira	Açores	
<i>CO₂</i>	1317862	23203	16933	1357998	1390693	28577	27888	1447159
<i>NO_x</i>	30315	534	390	31238	31990	657	642	33289
<i>CO</i>	3116	55	40	3211	3288	68	66	3421
<i>SO_x</i>	227	4,0	2,9	234	240	4,9	4,8	250
<i>COVNM</i>	1011	18	13	1041	1066	22	21	1110
<i>CH₄</i>	126	2,2	1,6	130	133	2,7	2,7	139
<i>COV</i>	1137	20	15	1171	1200	25	24	1248
<i>PM</i>	367	6,5	5,0	378	387	8,0	7,8	403

Tab. A.6.2 Estimativas das emissões para diferentes poluentes atmosféricos relativos aos totais nacionais para o tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos nacionais, utilizando gasóleo naval, durante os anos de 2006 e 2007, desagregados por subárea.

Poluente Atmosférico	2006				2007			
	Emissão Atmosférica (t)				Emissão Atmosférica (t)			
	Subárea			Total	Subárea			Total
	Portugal Continental	Madeira	Açores		Portugal Continental	Madeira	Açores	
<i>CO₂</i>	435071	33147	76241	544460	423648	25721	50836	500205
<i>NO_x</i>	9820	748	1721	12289	9562	581	1147	11290
<i>CO</i>	1009	77	177	1263	983	60	118	1160
<i>SO_x</i>	74	5,6	13	92	72	4,4	8,6	85
<i>COVNM</i>	327	25	57	410	319	19	38	376
<i>CH₄</i>	41	3,0	7,0	51	40	2,4	4,8	47
<i>COV</i>	368	28	65	461	359	22	43	423
<i>PM</i>	119	9,0	21	149	116	7,0	14	137

Tab. A.6.3 Análise das estimativas obtidas para as emissões de diferentes poluentes atmosféricos, relativas ao tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos nacionais, durante os anos de 2006 e 2007, desagregadas por tipo de combustível.

		2006				2007			
Poluente Atmosférico	Emissão Atmosférica (t)					Emissão Atmosférica (t)			
	Tipo de Combustível					Tipo de Combustível			
	Fuelóleo Residual		Gasóleo Naval		Fuelóleo Residual		Gasóleo Naval		
	Limite Inferior	Limite Superior	Limite Inferior	Limite Superior	Limite Inferior	Limite Superior	Limite Inferior	Limite Superior	
CO ₂	1607931	1607937	304243	574094	1607931	1730734	278261	513147	
NO _x	36988	36988	6867	12958	39622	39812	6280	39812	
CO	3802	3801	706	1332	4072	4092	645	1219	
SO _x	136	347	0	5	369	372	0	5	
COVNM	1233	1233	229	432	1321	1327	209	395	
CH ₄	154	154	29	54	165	166	26	49	
COV	1387	1387	258	486	1486	1493	236	445	
PM	443	450	82	154	161	875	75	141	

Tab. A.6.4 Estimativas das emissões de poluentes atmosféricos relativos aos totais da frota militar nacional, que consome combustível apenas do tipo gasóleo naval, durante os anos de 2006 e 2007.

Poluente Atmosférico	Emissão Atmosférica (t)	
	2006	2007
<i>CO₂</i>	28823	22840
<i>NO_x</i>	1376	1119
<i>CO</i>	141	115
<i>SO_x</i>	0,8	0,6
<i>COVNM</i>	46	37
<i>CH₄</i>	2,7	2,1
<i>COV</i>	49	39
<i>PM</i>	7,7	6,1

Tab. A.6.5

Emissão Atmosférica (t)																	
Poluente Atmosférico	Embarcações Nacionais						Embarcações Estrangeiras										
	Pesca de Alto Mar	Pesca do Bacalhau	Pesca Costeira	Armada	Navios Tanque	Longo Curso	Outros	Sub-Total	Pesca de Alto Mar			Navios Tanque	Armada	Pesca Costeira	Longo Curso	Outros	Sub-Tota
Fueóleo Residual																	
CO ₂	0	0	0	0	63896	97584	88454	249934	0	0	0	0	802147	507107	48743	13579	
NO _x	0	0	0	0	1470	2245	2035	5749	0	0	0	0	18452	11665	1121	3123	
CO	0	0	0	0	151	231	209	591	0	0	0	0	1896	1199	115	3211	
SO _x	0	0	0	0	11	17	15	43	0	0	0	0	138	87	8,4	234	
COVNM	0	0	0	0	49	75	68	192	0	0	0	0	615	389	37	1041	
CH ₄	0	0	0	0	6,1	9,4	8,5	24	0	0	0	0	77	49	4,7	130	
COV	0	0	0	0	55	84	76	216	0	0	0	0	692	437	42	1171	
PM	0	0	0	0	18	27	25	70	0	0	0	0	223	141	14	378	
Gasóleo Naval																	
CO ₂	100431	19	114814	24959	15567	39904	83297	378991	12543	0	172	6354	26550	82015	37833	16548	
NO _x	2267	0	2591	563	351	901	1880	8554	283	0	3,9	143	599	1851	854	3735	
CO	233	0	266	58	36	93	193	879	29	0	0	15	62	190	88	384	
SO _x	0,9	0	1,1	0	0	0	0,8	3,6	0	0	0	0	0	0,8	0	1,6	
COVNM	76	0	86	19	12	30	63	285	9,4	0	0	4,8	20	62	28	124	
CH ₄	9,4	0	11	2,3	1,5	3,8	7,8	36	1,2	0	0	0,6	2,5	7,7	3,6	16	
COV	85	0	97	21	13	34	71	321	11	0	0	5,4	22	69	32	140	
PM	27	0	31	6,7	4,2	11	22	102	3,4	0	0	1,7	7,1	22	10	44	

Tab. A.6.6 Estimativas das emissões para diferentes poluentes atmosféricos relativos aos totais nacionais para o tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos nacionais, durante o ano de 2007, desagregados por categoria de embarcação e por tipo de combustível.

Poluente Atmosférico	Emissão Atmosférica (t)															
	Embarcações Nacionais						Embarcações Estrangeiras									
	Pesca de Alto Mar	Pesca do Bacalhau	Pesca Costeira	Armada	Navios Tanque	Longo Curso	Outros	Sub-Total	Pesca de Alto Mar	Pesca do Bacalhau	Pesca Costeira	Armada	Navios Tanque	Longo Curso	Outros	Sub-Total
Fuelóleo Residual																
CO ₂	0	0	0	0	38045	162269	83261	283575	0	0	0	0	755256	610090	81812	1447159
NO _x	0	0	0	0	875	3733	1915	6523	0	0	0	0	17373	14034	1882	33289
CO	0	0	0	0	90	384	197	670	0	0	0	0	1786	1442	193	3421
SO _x	0	0	0	0	6,6	28	14	49	0	0	0	0	130	105	14	250
COVNM	0	0	0	0	29	124	64	217	0	0	0	0	579	468	63	1110
CH ₄	0	0	0	0	3,6	16	8,0	27	0	0	0	0	72	58	7,8	139
COV	0	0	0	0	33	140	72	245	0	0	0	0	651	526	71	1248
PM	0	0	0	0	11	45	23	79	0	0	0	0	210	170	23	403
Gasóleo Naval																
CO ₂	85865	5538	88251	21603	14964	33785	72579	322586	13114	0	0	2756	27740	103975	30034	177619
NO _x	1938	125	1992	488	338	763	1638	7281	296	0	0	62	626	2347	678	4009
CO	199	13	205	50	35	78	168	748	30	0	0	6,4	64	241	70	412
SO _x	0,8	0	0,8	0	0	0	0,7	3,0	0	0	0	0	0	1,0	0	1,7
COVNM	65	4,2	66	16	11	25	55	243	10	0	0	2,1	21	78	23	134
CH ₄	8,1	0,5	8,3	2,0	1,4	3,2	6,8	30	1,2	0	0	0	2,6	10	2,8	17
COV	73	4,7	75	18	13	29	61	273	11	0	0	2,3	23	88	25	150
PM	23	1,5	24	5,8	4,0	9,1	19	86	3,5	0	0	0,7	7,4	28	8,0	48

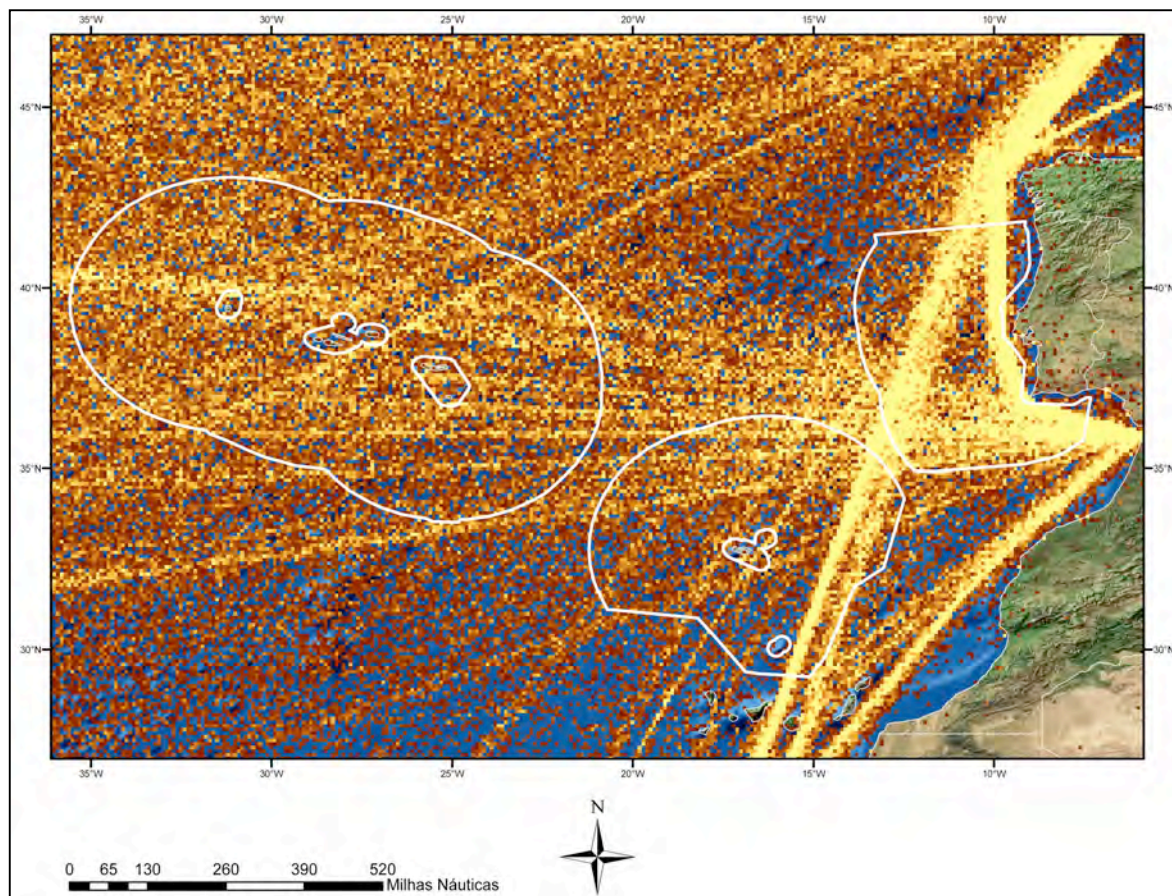


Fig. A.6.1 Representação gráfica dos limites da ZEE sobre a distribuição espacial em grelha ($0,1^\circ$ de latitude por $0,1^\circ$ de longitude) do tráfego marítimo internacional anual, derivado da média dos “proxy” ICOADS e AMVER (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984) [WANG *et al.*, 2008] [URL 31; URL 46; URL 47].

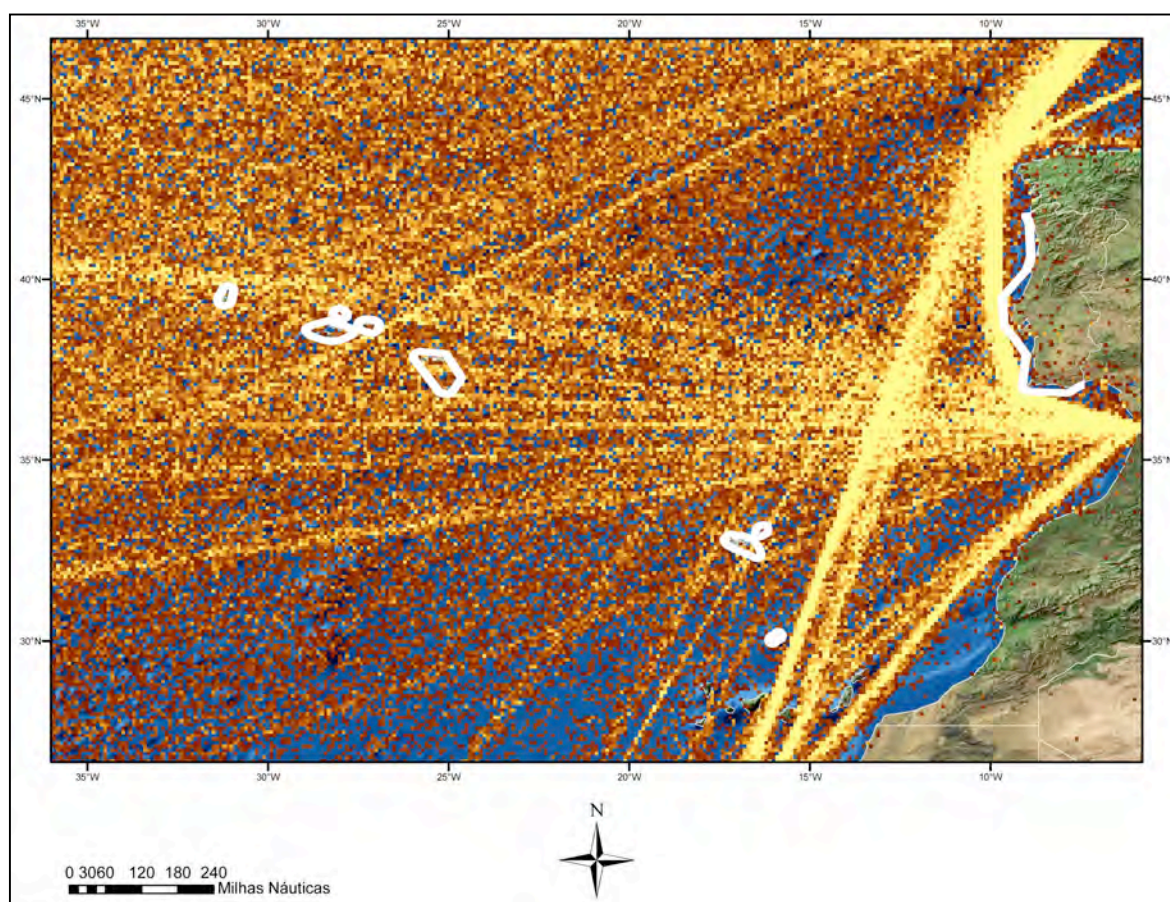


Fig. A.6.2 Representação gráfica dos limites do Mar Territorial Português sobre a distribuição espacial em grelha ($0,1^\circ$ de latitude por $0,1^\circ$ de longitude) do tráfego marítimo internacional anual, derivado da média dos “proxy” ICOADS e AMVER (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984) [WANG *et al.*, 2008] [URL 31; URL 46; URL 47].

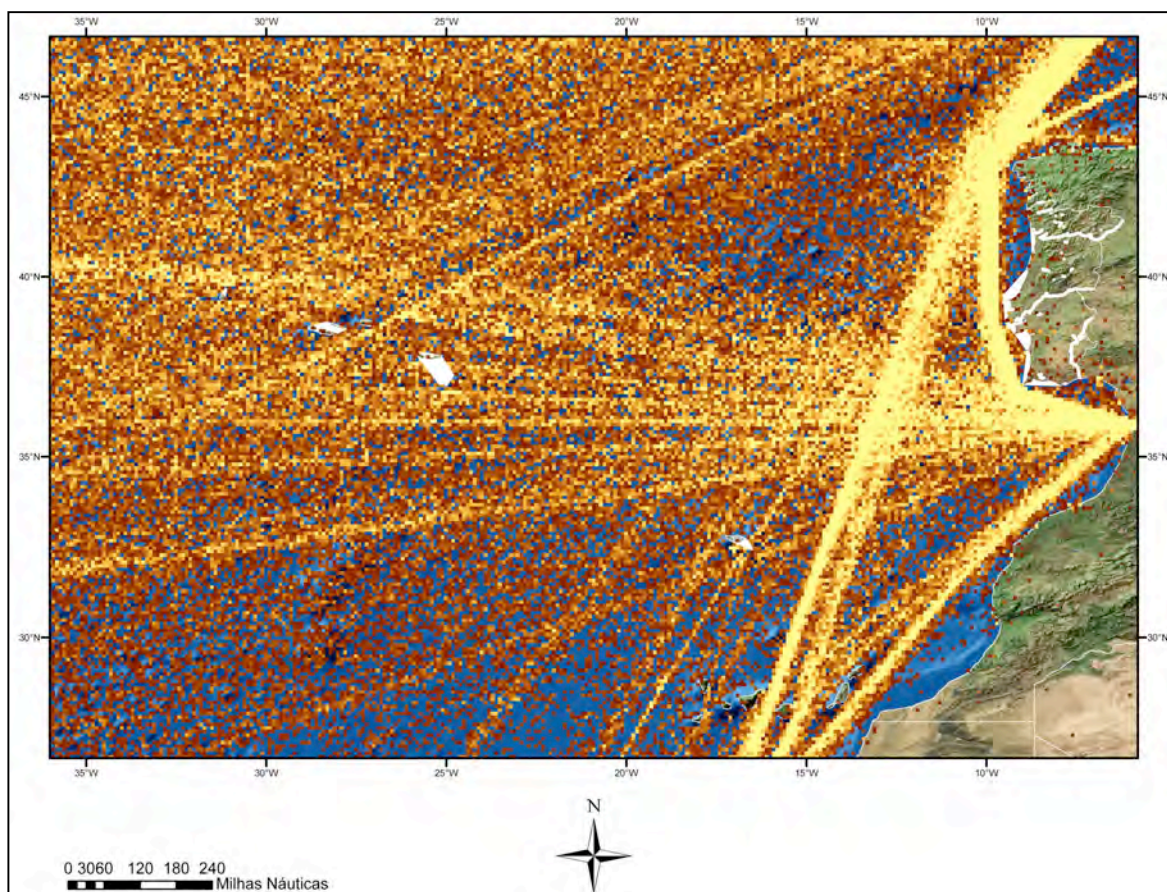


Fig. A.6.3 Representação gráfica dos limites das Águas Interiores Portuguesas sobre a distribuição espacial em grelha ($0,1^\circ$ de latitude por $0,1^\circ$ de longitude) do tráfego marítimo internacional anual, derivado da média dos “proxy” ICOADS e AMVER (ESRI ArcGIS 9.3 Students Edition, GCS WGS 1984 e D WGS 1984) [WANG *et al.*, 2008] [URL 31; URL 46; URL 47].

Tab. A.6.7 Estimativas das emissões para diferentes poluentes atmosféricos relativos aos totais nacionais para o tráfego hidroviário que cruza as águas territoriais portuguesas sem paragem, utilizando fuelóleo residual, durante os anos de 2006 e 2007, desagregados por subárea.

Poluente Atmosférico	2006				2007			
	Emissão Atmosférica (t)				Emissão Atmosférica (t)			
	Subárea				Subárea			
	Portugal Continental	Madeira	Açores	Total	Portugal Continental	Madeira	Açores	Total
CO ₂	2791466	962436	1615463	5369366	2896016	998483	1675968	5570466
NO _x	64213	22139	37161	123513	66618	22968	38553	128139
CO	6600	2275	3819	12694	6847	2361	3962	13170
SO _x	482	6150	279	6910	500	6380	289	7169
COVNM	2140	738	1239	4117	2221	766	1285	4271
CH ₄	268	92	155	515	278	96	161	534
COV	2408	830	1394	4632	2498	861	1446	4805
PM	777	268	450	1495	806	278	467	1551

Tab. A.6.8 Estimativas das emissões para diferentes poluentes atmosféricos relativos aos totais nacionais para o tráfego hidroviário que cruza as águas territoriais portuguesas sem paragem, utilizando gásóleo naval, durante os anos de 2006 e 2007, desagregados por subárea.

Poluente Atmosférico	2006				2007			
	Emissão Atmosférica (t)				Emissão Atmosférica (t)			
	Subárea				Subárea			
	Portugal Continental	Madeira	Açores	Total	Portugal Continental	Madeira	Açores	Total
CO ₂	9468438	3264510	5479527	18212476	9823062	3386776	5684753	18894591
NO _x	213708	73682	123676	411065	221712	76441	128308	426461
CO	21964	7573	12711	42248	22787	7856	13187	43831
SO _x	1603	20467	928	22998	1663	21234	962	23859
COVNM	7124	2456	4123	13702	7390	2548	4277	14215
CH ₄	890	307	515	1713	924	319	535	1777
COV	8014	2763	4638	15415	8314	2867	4812	15992
PM	2586	892	1497	4975	2683	925	1553	5161

Tab. A.6.9 Estimativa das emissões de NO_x e COVNM relativas aos totais nacionais para o tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos nacionais, durante os anos de 2006 e 2007, por tipo de combustível.

	Ano	Gasóleo Naval	Fuelóleo Residual
Emissões Atmosféricas de NO _x (t)	2006	1689402	19489299
	2007	1827995	21088138
Emissões Atmosféricas de COVNM (t)	2006	70708	636970
	2007	76508	689225

Tab. A.6.10 Estimativa das emissões de NO_x e COVNM relativas aos totais nacionais para o tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos nacionais, durante os anos de 2006 e 2007, por tipo de combustível e por tipo de motor.

	Ano	SSD		MSD		HSD		GT		ST	
		MG/DO	RO	MG/DO	RO	MG/DO	RO	MG/DO	RO	MG/DO	RO
Emissões Atmosféricas de NOX (t)	2006	61	462545	1788	168382	2650	5863	357	15	65851	165
	2007	66	500491	1935	182196	2867	6344	386	16	71253	179
Emissões Atmosféricas de NOX (t)	2006	1773	13905804	53690	5355034	104378	224182	14982	631	1514579	3648
	2007	1918	15046592	58095	5794344	112940	242573	16211	682	1638830	3947

Tab. A.6.11 Estimativa das emissões de NO_x e COVNM relativas aos totais nacionais para o tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos nacionais, durante os anos de 2006 e 2007, por categoria de embarcação.

	Emissões Atmosféricas de NO _x (t)		Emissões Atmosféricas COVNM (t)	
	2006	2007	2006	2007
Navios-tanque	4635396	5015669	152474	164982
Granel Sólido	3761093	4069641	125162	135430
Porta-contentores	5127010	5547613	170492	184479
Carga Geral	4721732	5109088	150516	162864
Passageiros	1073465	1161528	32815	35508
Pesca	341779	369070	10201	11038

Tab. A.6.12 Motores, Geradores e Transformadores existentes abordo da embarcação *UAM/NTM Creoula* [COSTA e RIBEIRO, 2008].

Quantidade	Descrição
1	Motor Diesel MTU 8v 183 TE92 (665 cv)
2	Motor diesel com gerador Cummins N855-G
1	Motor diesel, gerador Lister JK3
2	Transformadores 380/220 V de 25kVA

Tab. A.6.13 Potência do MP de propulsão da embarcação *UAM/NTM Creoula* [COSTA e RIBEIRO, 2008].

Potência Nominal máxima	500 kW
P_{TMC}	365 kW

Tab. A.6.14 FC, baseado no perfil do ciclo operacional do MP da embarcação *UAM/NTM Creoula* [COSTA e RIBEIRO, 2008].

Designação	FC (% TMC)
Avante devagar	50
Avante meia	75
Avante total	100

Tab. A.6.15 Combustível utilizado pela Marinha Portuguesa, em 2008 e fornecido pela *Galp Energia* [COSTA e RIBEIRO, 2008] [URL 62].

Descrição
Marine Gasoil (MGO) - ISO F RMG 35/MIL-F-16884G

Tab. A.6.16 CEC do MP de propulsão da embarcação *UAM/NTM Creoula* (valor constante fornecido) [COSTA e RIBEIRO, 2008] [URL 28].

CEC
220 g/kWh

Tab. A.6.17 Análise das estimativas obtidas com base nos níveis metodológicos Tier 1 e Tier 3, para as emissões de diferentes poluentes atmosféricos, relativas ao tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos nacionais, durante os anos de 2006 e 2007, por subárea.

Poluente Atmosférico	Emissões Atmosféricas (t), em 2006						Emissões Atmosféricas (t), em 2007					
	Portugal Continental			Subárea Madeira			Açores			Portugal Continental		
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
CO ₂	1752933	-	56350	-	93174	-	1814341	-	54298	-	78724	-
NO _x	28248	16810	1821	762	2039	100	29021	17722	1799	793	2664	1238
CO	4125	-	132	-	217	-	4271	-	127	-	184	-
SO _x	301	-	10	-	16	-	312	-	9	-	13	-
COVNM	944	558	61	26	68	3	969	588	60	27	89	42
CH ₄	167	-	5	-	9	-	173	-	5	-	7	-
COV	1505	-	48	-	79	-	1558	-	46	-	67	-
PM	486	-	16	-	26	-	503	-	15	-	22	-

Tab. A.6.18 Análise das estimativas obtidas para as emissões de diferentes poluentes atmosféricos com base nos níveis metodológicos Tier 1 e Tier 3, relativas ao tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos nacionais, durante os anos de 2006 e 2007, por subárea.

Poluente Atmosférico	2006				2007			
	Emissão Atmosférica (t)		Emissão Atmosférica (t)		Emissão Atmosférica (t)		Emissão Atmosférica (t)	
	Limite Inferior	Limite Superior	Limite Inferior	Limite Superior	Limite Inferior	Limite Superior	Limite Inferior	Limite Superior
CO ₂	1912174	2182031	1912174	2182031	1912174	2182031	1912174	2182031
NO _x	20689	49946	22387	49946	22387	49946	22387	49946
CO	4508	5133	4508	5133	4508	5133	4508	5133
SO _x	136	352	136	352	136	352	136	352
COVNM	694	1665	751	1665	751	1665	751	1665
CH ₄	183	208	183	208	183	208	183	208
COV	1645	1873	1645	1873	1645	1873	1645	1873
PM	525	604	525	604	525	604	525	604

Tab. A.6.19 Emissões médias, para diferentes poluentes atmosféricos, com base nos níveis metodológicos Tier 1 e Tier 3, relativas ao tráfego hidroviário que abastece ou efectua paragem em portos nacionais, durante os anos de 2006 e 2007.

Poluente Atmosférico	Emissões Atmosféricas (t), em 2006		Emissões Atmosféricas (t), em 2007	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
<i>CO₂</i>	2047103	190818	2047103	190818
<i>NO_x</i>	35318	20688	36167	19487
<i>CO</i>	4821	442	4821	442
<i>SO_x</i>	244	153	244	153
<i>COVNM</i>	1180	687	1208	646
<i>CH₄</i>	196	18	196	18
<i>COV</i>	1759	161	1759	161
<i>PM</i>	565	56	565	56